

Martin Szlosek: Dlouhé a těžké jízdní soupravy

**VŠB -TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**  
Fakulta strojní  
Institut dopravy

Dlouhé a těžké jízdní soupravy

Long and heavy vehicle combinations

Autor:  
Vedoucí bakalářské práce:

**Martin Szlosek**  
**Ing. Michal Richtář**

**OSTRAVA 2009**



Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 22. 5. 2009 .....

### **Prohlašuji, že**

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 22. 5. 2009

.....  
podpis studenta

## **Anotace bakalářské práce**

SZLOSEK, M. Dlouhé a těžké jízdní soupravy. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009, 53 s. Bakalářská práce, vedoucí Richtář, M..

Bakalářská práce se zabývá dlouhými a těžkými soupravami z hlediska provozně technicko ekonomických charakteristik. První kapitola se zabývá porovnáním současných a navrhovaných druhů souprav a ukazuje na rozdíly, kterými se tyto soupravy liší. Druhá kapitola se zabývá legislativní problematikou nových souprav a to jak z hlediska rozměrů soupravy, tak z hlediska průjezdných poloměrů. Dalším určujícím faktorem jsou hmotnosti celé soupravy a rozložení hmotnosti na nápravy. Třetí kapitola obsahuje výčet konstrukčních řešení souprav. Ve čtvrté kapitole jsou spočítány provozní a ekonomické vlastnosti souprav a porovnány se soupravami stávajícími.

## **Anotation of thesis**

SZLOSEK, M. Long and heavy vehicle combinations. Ostrava: Institution of transport, Faculty of Mechanical Engineering VŠB – Technical University of Ostrava, 2009, 53 p. Thesis, head: Richtář, M.

The bachelor work is focused on long and heavy semi-trailer units from operational-technical-economic characteristics standpoint. The first chapter deals with comparison of actual and proposal kinds of semi-trailer units and shows the differences. The second chapter deals with legislative problems of new units both dimension and rideable radius. Another operative factors are the weight of the unit and spreading of the load on the trailer axle. The third chapter contains the specification of construction solutions of units. In the forth chapter are the operational and economic characteristics of units enumerated and compared with current.

## Obsah

1	Úvod.....	8
2	Legislativní problematika .....	9
2.1	Omezení z hlediska rozměrů .....	9
2.2	Omezení z hlediska zatížení na nápravu .....	9
2.3	Zatížení celkové s ohledem na počet náprav.....	9
2.4	Ostatní ustanovení .....	10
2.5	Přeprava nadměrných a nadrozměrných nákladů po území ČR .....	10
2.6	Další potřebné úkony pro nadměrnou a nadrozměrnou přepravu.....	11
3	Konstrukční řešení vozidel .....	13
3.1	Návěsová souprava s přívěsem .....	15
3.2	Souprava s podvozkem dolly .....	16
3.3	Souprava se dvěma návěsy.....	18
3.4	Souprava se dvěma kompletními návěsy .....	19
3.5	Tažná vozidla souprav.....	19
3.6	Výkon motorových vozidel.....	20
3.7	Předpisy projednávané EU .....	20
4	Provozní a ekonomické ukazatele.....	23
4.1	Předjíždění souprav .....	23
4.1.1	Předjíždění souprav automobily .....	23
4.1.2	Předjíždění soupravy soupravou .....	24
4.1.3	Předjíždění automobilu soupravou .....	25
4.2	Brzdění souprav .....	25
4.3	Odbočování .....	26
4.3.1	Porovnávání soupravy .....	26
4.4	Průjezd parkovacím stáním .....	27
4.5	Odbočení o 90°.....	27
4.6	Průjezd okružní křižovatkou .....	27
4.7	Výsledky manévrovacích zkoušek.....	28
4.8	Průjezd vozidel křižovatkou.....	29
4.9	Zrychlení vozidel .....	29
4.10	Užitečná hmotnost vozidel .....	30
4.11	Spotřeba paliva a provozní náklady .....	30
4.12	Nákládání a vykládání vozidel .....	30
4.13	Rozložení zatížení .....	31
4.14	Ekonomické ukazatele.....	31
4.14.1	Důvody pro provoz souprav Eurocombi.....	31
5	Zhodnocení a doporučení.....	35
6	Závěr .....	37
7	Seznam použité literatury .....	38
8	Seznam příloh .....	39

## **Seznam zkratek**

ABS – Antilock brake systém – Antiblokovací systém

EC – European comision – Evropská komise

ESP – Electronic stability program - Elektronický stabilizační program

EU – Evropská unie

MD – Ministerstvo dopravy

TEU – twenty feet equivalent unit – ekvivalent 20 stopého kontejneru

# 1 Úvod

V současné době se na půdě Evropské Unie stále častěji začínají projednávat nové možnosti v rámci silničních nákladních souprav. Možné změny se týkají hlavně prodloužení délky a zvýšení maximální povolené délky těchto souprav.

Tyto změny legislativy zatím nejsou uzákoněny, ale již v dnešní době se tento typ souprav používá v některých severských zemích. V těchto zemích povolil stát v rámci zkušebního provozu pohyb těchto souprav po vymezených komunikacích a testuje tak v praxi chování a jejich finanční výhodnost.

Cílem mé práce je porovnání nových jízdních souprav se stávajícími na základě zjištěných technicko-provozně-ekonomických charakteristik. Budu se tedy zabývat náklady spojenými s provozem těchto souprav a to jak pořizovacími náklady, tak spotřebou paliva. Ukáži také různé konstrukční možnosti, které tyto soupravy využívají. Zjistím jaké problémy se u těchto konstrukcí vyskytují a možnosti řešení.



## 2 Legislativní problematika

Tyto soupravy jsou v rámci schvalovacího procesu Evropské Unie nazývány modulárními soupravami EURO COMBI.

Základním ustanovením pro provoz těchto nadrozměrných nákladů po zemích Evropské Unie je nařízení Evropské komise č. 96/53/EC. Toto ustanovení obsahuje všechny povolené rozměry, hmotnosti a zatížení na nápravy pro všechna provozovaná vozidla.

### 2.1 Omezení z hlediska rozměrů

Maximální povolená výška dle stávajících předpisů je stanovena na 4 000 mm (kromě Velké Británie, kde max. výška není omezena, pouze každé vozidlo nad 3 000 mm musí být označeno reflexní páskou)

Šířka pro vozidla s běžnými nastavbami je stanovena na 2 550 mm a speciálně pro chladírenské nástavby 2 600 mm, z důvodu započítávání 45 mm tloušťky nástavby na každé straně vozidla.

### 2.2 Omezení z hlediska zatížení na nápravu

Na nápravu jednoduchou, která je poháněna, je max. dovolená hmotnost 11 500 kg.

Na nápravu jednoduchou, která není poháněna je max. dovolená hmotnost 10 000 kg.

Na nápravu s dvoumontáží, která je poháněna je max. dovolená hmotnost 19 000 kg.

### 2.3 Zatížení celkové s ohledem na počet náprav

3 nápravy	26 000 kg
4 nápravy	38 000 kg (18 000 kg + 20 000 kg)
5 náprav	40 000 kg
6 náprav	41 000 kg
6 náprav	44 000 kg

## 2.4 Ostatní ustanovení

Dle nařízení Evropské komise č. 96/53/EC se v příloze č.1 píše: Každé pohybující se motorové vozidlo nebo pohybující se souprava vozidel musí být schopné otočit se v kruhu, ve kterém nejsou překážky, o vnějším poloměru 12,50 m a vnitřním poloměru 5,30 m.[9]

V České republice se řídíme ustanoveními Evropské unie, proto pro povolování provozu těchto nadrozměrných souprav je nutno jako pro každý jiný nadrozměrný náklad získat povolení o provozu na pozemních komunikacích.

## 2.5 Přeprava nadměrných a nadrozměrných nákladů po území ČR

Povolování přeprav zvláště těžkých nebo rozměrných předmětů a užívání vozidel, jejichž rozměry nebo hmotnost přesahují míru stanovenou vyhláškou MD č.341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „povolování přeprav nadměrných nákladů“), je v České republice prováděno na základě § 25 zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů jednotlivými silničními správními úřady, kterými jsou dle § 40 citovaného právního předpisu:

1. **Obecní úřad** – na místních komunikacích a veřejně přístupových účelových komunikacích.
2. **Obecní úřad obce s rozšířenou působností** – na silnicích II. a III. tříd pokud trasa přepravy nepřesáhne územní obvod obce s rozšířenou působností.
3. **Krajský úřad** – na silnicích I. II. a III. tříd (mimo dálnice a rychlostní silnice) pokud trasa přepravy nepřesáhne územní obvod jednoho kraje.
4. **Ministerstvo dopravy** – v případech, že trasa přepravy přesahuje územní obvod jednoho kraje. Pokud vozidlo nebo souprava překročí míry stanovené vyhláškou č. 41/2002 Sb., je nutné povolení k přepravě nadměrného nákladu, které je zpoplatněno dle zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů.

Údaje potřebné k vydání povolení jsou stanoveny § 40 vyhlášky č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů a jsou obsahem vzoru tiskopisu žádosti (viz příloha č.1). [10]

## 2.6 Další potřebné úkony pro nadměrnou a nadrozměrnou přepravu

Pokud má dopravce zájem o provozování takové soupravy, tak by si zároveň měl být vědom, že provoz modulárních souprav je každopádně zahrnut do režimu zvláštního užívání silnic, tzn. že dopravce musí vždy předem požádat u Ministerstva dopravy o povolení nadrozměrné přepravy. Předpokladem pro jeho udělení je mj. i dodržení následujících podmínek:

- vhodná trasa, tj. směrově dělená komunikace,
- trasa nesmí křížit železnici,
- dojezd na/k dálnici musí být do 10 km,
- souprava musí být celá obrysově označena svítícími rámečky (požadavek Policie ČR)
- upřednostňuje se noční provoz,
- zákaz opuštění stanovené komunikace,
- dodržení maximální povolené hmotnosti při přejezdu mostů.

Při délce nad 23 m je navíc nutný policejní doprovod, ale po případném tříměsíčním bezproblémovém provozu konkrétní modulární soupravy může policie odsouhlasit, že v určitém daném případě může být policejní doprovod označen jako nepotřebný.

Je třeba si uvědomit, že trend v přepravě nákladu jde směrem přeprav objemného, ale nikoli příliš hmotného nákladu - proto je již řadu let cílem dopravců provozovat kapacitní soupravy typu low-deck (nízkoložné). Limit hmotnosti hovořící v případě EuroCombi o 60 tunách by v řadě případů nebyl vůbec využit. O to více by byla hlavní výhodou kapacita okolo 150 m<sup>3</sup>, respektive 3 TEU.

Velmi častým argumentem proti povolení souprav EuroCombi je, že budou ještě více poškozovat síť pozemních komunikací. Je jasné, že 60 tun je více než 40 tun. Je třeba si však uvědomit, že soupravy EuroCombi mají podstatně více náprav (až 9) než standardní nákladní soupravy, které jich mají většinou pět. Tudíž dochází k rozložení vyšší hmotnosti na více náprav a nápravové tlaky se nezvyšují. Respektive se určitě

nezvyšují nad limit, který určuje evropská legislativa (nařízení Evropské komise č. 96/53/EC) - tedy 10 t na nápravu, která není hnací (pro EuroCombi toto zatížení vychází mnohem lépe - cca 8 t na nehnanou nápravu). Z této úvahy zjevně nevyplývá zdroj vyššího poškozování pozemních komunikací.

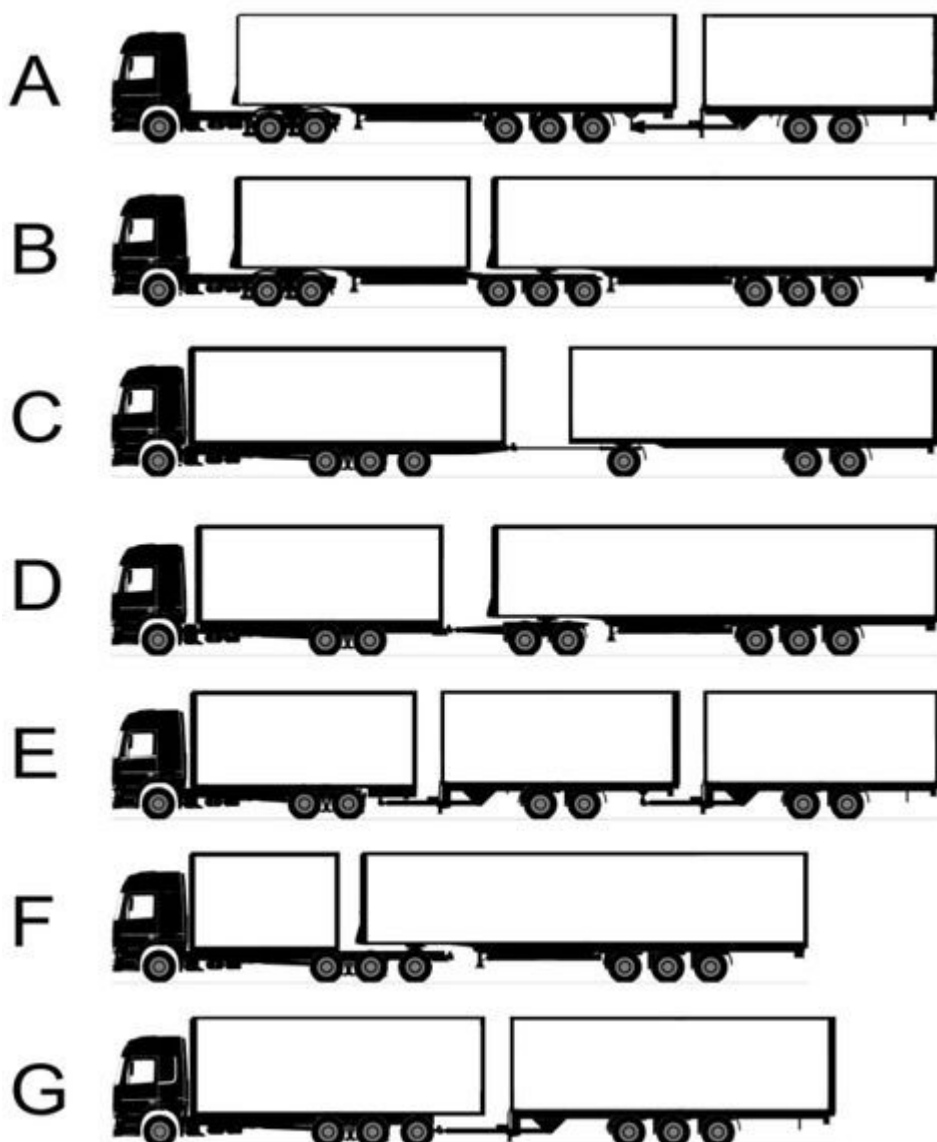
Soupravy EuroCombi nejsou určeny pro pozemní komunikace nižších tříd, ani pro jízdy do center měst, kam by v případě propracované city-logistiky nezajížděla ani vozidla s maximální přípustnou hmotností nad 12 t. Tyto soupravy jsou také omezeny nosností mostů a přemostění na trase, po které se pohybují. Dalniční síť, po které by tyto soupravy měly jezdit musí vyhovět požadavkům na průjezd těchto souprav.

Primárně jsou určeny pro rychlou a kapacitní přepravu zboží na velké vzdálenosti po dálnicích a rychlostních komunikacích. Na těchto relacích mohou navzájem propojovat jednotlivá logistická centra, terminály kombinované přepravy, výrobní a průmyslové podniky apod.

### 3 Konstrukční řešení vozidel

Z hlediska konstrukce se tyto soupravy dělí do mnoha typů podle kombinace přívěsů návěsů.

Z obrázku je patrné, že lze použít jak stávající návěsové soupravy a přidat k nim tandemový dvounápravový přívěs, nebo různými kombinacemi se speciálními vozidly a podvozky vytvořit speciální soupravy dle požadavků zákazníka na vykládku a nákladku zboží či požadavků na ovladatelnost.

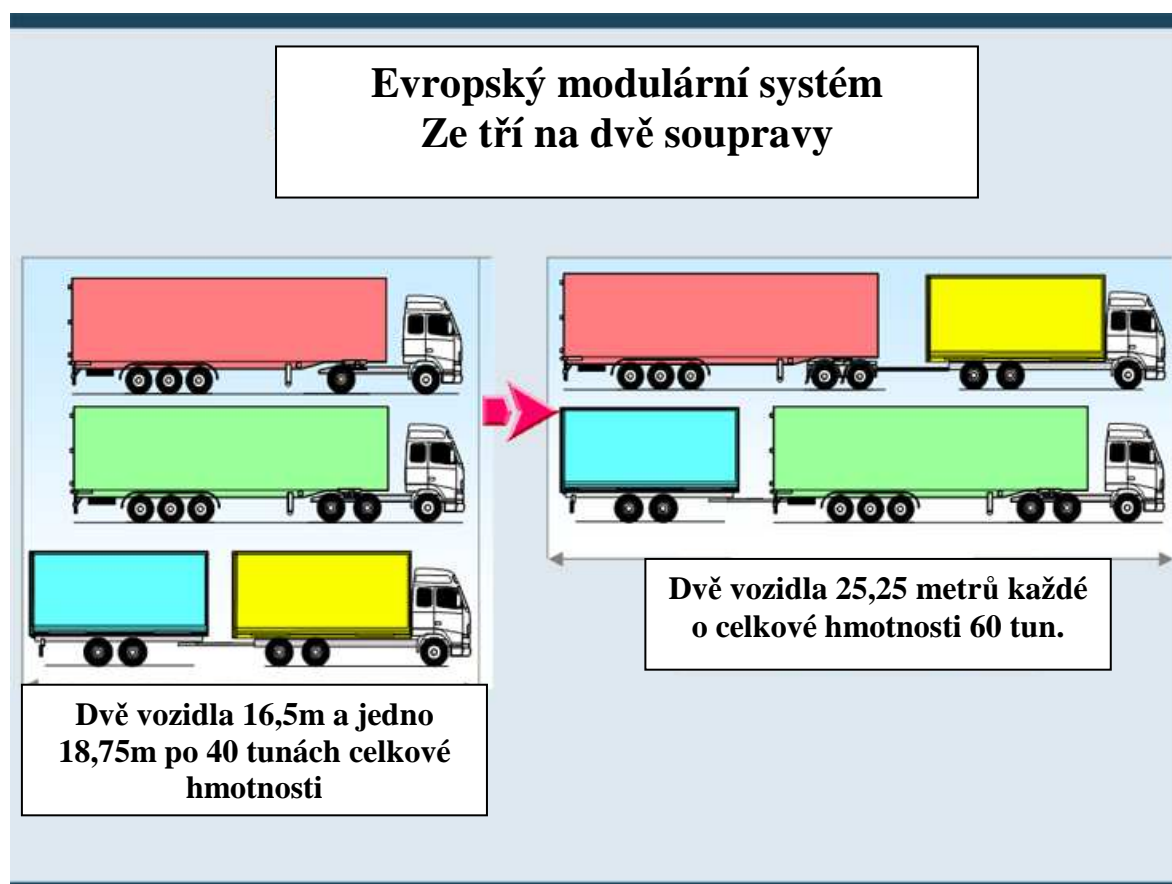


Obr. 1 Konstrukční řešení souprav [1]

Jak jsme si již řekli maximální přípustná hmotnost je 60 t. Délka je ohraničena limitem 25,25 m. Kapacita ložného prostoru je 150 - 160 m<sup>3</sup>, resp. 3 TEU. Soupravy EuroCombi přepraví 3 kontejnery řady ISO 1C, přičemž v praxi se většinou přepravuje jeden kontejner ISO 1C (20 stop; cca. 6 m) a jeden kontejner ISO 1A (40 stop; cca. 12 m). Obdobně to může platit i pro výměnné nástavby. [3]

V nabízené kombinaci přepravy intermodálních přepravních jednotek je zřejmý efekt pro logistiku a kombinovanou dopravu.

Pro srovnání si můžeme ukázat, jak lze přeložit náklad z 3 nákladních vozidel běžného typu (tedy 16,5m dlouhou návěsovou soupravu a 18,75m dlouhou přívěsovou soupravu, obě o max. hmotnosti 40t) na 2 soupravy EuroCombi (25,25m a max.60t).



Obr. 2 Kombinace souprav [2]

Ze zkušeností z ostatních zemí EU, kde již soupravy jezdí (Švédsko, Norsko) se jako nejvýhodnější jeví návěsová souprava s dvounápravovým přívěsem a souprava tvořená třínápravovým nákladním automobilem s podvozkem „dolly“ (viz Obr. 4) a návěsem.

### 3.1 Návěsová souprava s přívěsem

Tato souprava tahač + návěs + tandemový přívěs je jedna z nejvíce zmiňovaných sestav o jejichž rozšíření se uvažuje. Tato souprava se skládá z klasické návěsové soupravy, jakých vídáme denně na silnicích desítky. Je dlouhá 16,5 metru a má maximální hmotnost 40 tun. Jednoduchým přidáním přívěsu prodloužíme sestavu na maximálních 25,25 m a 60 tun. Tento přívěs je standardní výroby, není třeba složitého vývoje a ani se nemusíme bát zvýšených nákladů na pořízení. Samozřejmostí je plnění všech limitů, a to jak rozměrových, tak hmotnostních. Tímto jednoduchým spojením získáme soupravu, která nepřevyšuje limity zatížení nápravy při zvýšení užité hmotnosti.



Obr. 3 Návěsová souprava s přívěsem [3]

Na obr. 3 vidíme soupravu od firmy Fliegl, která je složena z tahače návěsů MAN TGA a návěsu Fliegl, který je zde v provedení Low Deck (snížená podlaha návěsu z důvodu většího objemu nákladového prostoru). Za touto dnes již běžnou soupravou je zařazen přívěs, který se zaslouží o využití limitní délky 25,25 m a zároveň o navýšení přepravní kapacity.

### 3.2 Souprava s podvozkem dolly

Tato souprava je tvořena třínápravovým nákladním vozidlem, ke kterému je připojen speciální spojovací článek. Tento článek je nazýván Dolly. Jedná se o dvounápravový podvozek s jednou řízenou nápravou.

Tato náprava se natáčí podle zatáčení celé soupravy a umožňuje tak dodržení normy stanovující poloměr otáčení vozidel. Na tomto podvozku je klasická točna, shodná s těmi na tahačích návěsů. Na této točně je usazen klasický návěs. Tento podvozek musí splňovat všechny normy stanovené pro přívěsy. Musí mít vlastní osvětlení, koncové svítilny a registrační značku. Cena tohoto podvozku se v současné době pohybuje kolem 15 000 EUR (bez daně).



Obr. 4: podvozek dolly [4]

Tím, že se první náprava tohoto podvozku dokáže otáčet v závislosti na natočení celé soupravy a hlavně v závislosti zatáčení motorového vozidla, umožňuje nám vykroužit požadovaný průměr otáčení daný normou.

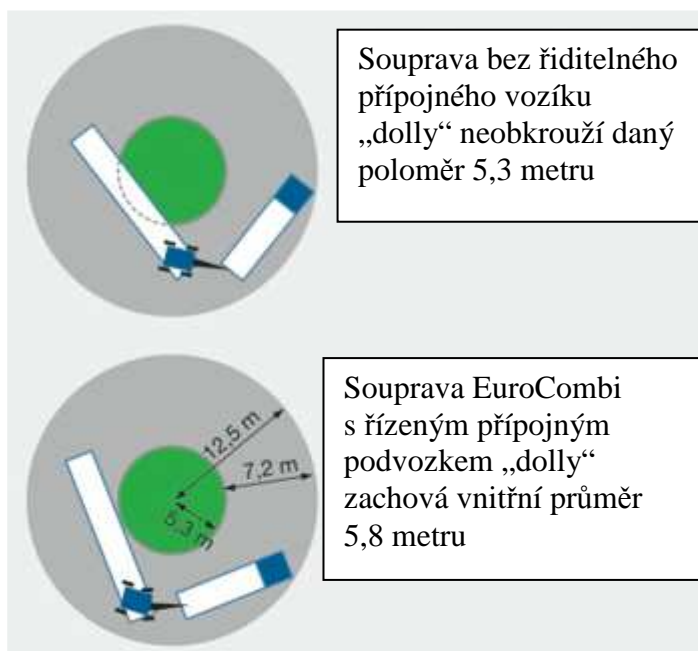


V normě č. 96/53/EC se píše:

Každé pohybující se motorové vozidlo, nebo pohybující se souprava vozidel musí být schopné otočit se v kruhu, ve kterém nejsou překážky o vnějším poloměru 12,50 m a vnitřním poloměru 5,30 m.

Pro porovnání tohoto technického řešení podvozku s jednou řízenou nápravou uvádím nákres obrysového průjezdu s podvozkem bez této natáčecí nápravy.

Je zřejmé, že se vozidlo bez tohoto řízeného podvozku nedokáže pohybovat po kruhové dráze, aniž by ve středu tohoto kruhu zůstala nedotčená soustředná kružnice o poloměru 5,3m jak požaduje norma.



Obr. 5 Otáčení s a bez podvozku dolly [4]

V tomto případě použití tohoto podvozku dolly mají nápravy tohoto podvozku jednoduchá kola, což postačuje pro požadované zatížení na nápravy. Tento podvozek se vyrábí i v provedení, kde obě nápravy mají zdvojená kola, a používá se pro jiné způsoby zapojování těchto souprav. Využití tohoto podvozku s dvoujitými koly si ukážeme na dalším příkladě konstrukčního řešení.

### 3.3 Souprava se dvěma návěsy

V tomto řešení konstrukce se používá klasický sedlový tahač návěsů, na který je připojen návěs, který však není tak dlouhý jako návěs klasický.

Jedná se o návěs speciálně vyvinutý pro tuto soupravu. Návěs má místo klasických náprav podvozek „dolly“. Jedná se o variantu s dvojitými koly, aby byla schopna nést zatížení jak návěsu za tahače, tak dalšího návěsu zavěšeného na konci návěsu prvního. Na prvním návěsu tedy není po celé jeho délce ložný prostor, ale je využit zhruba ze 2/3 a zbytek místa zabírá točna pro další návěs.

U tohoto řešení zůstávají průjezdové vlastnosti stejné jako v případě podvozku dolly s jednoduchými koly.

Jedná se tedy o jeden kompletní návěs + cca 2/3 návěs. Tato souprava se vejde do daného omezení 25,25m.



Obr. 6 Souprava se dvěma návěsy [3]

### 3.4 Souprava se dvěma kompletními návěsy

Tato souprava tahače se dvěma kompletními návěsy je z hlediska logistiky velmi vhodným řešením. Řidič totiž jednoduše zvládne naložit a vyložit jednotlivé návěsy samostatně. Nevýhodou tohoto řešení je jeho délka. Ta již přesahuje i uvažované zvětšení limitů a dosahuje cca 31 metrů. Výhodou tohoto řešení je ještě větší objem přepravního prostoru, který se blíží 200 m<sup>3</sup>. U předchozích variant byly prostory pro náklad cca 150 m<sup>3</sup>.

Tato souprava se skládá z dvou nebo třinápravového tahače návěsů, na který je připojen návěs klasických rozměrů. Za touto klasickou soupravou je zapojen podvozek „dolly“ s jednoduchými koly a točnou pro připojení dalšího návěsu. Na tento přívěs je připojen další klasický návěs. Při odpojení tohoto podvozku od prvního návěsu nám vznikne samostatný člen, se kterým se dá provádět většina logistických operací zcela samostatně a nezávisle na prvním návěsu.



Obr. 7 Souprava s dvěma návěsy [5]

### 3.5 Tažná vozidla souprav

Pro tyto soupravy se používají dva hlavní typy tažných vozidel.

#### 1. Tahače návěsů

Tyto tahače mohou být podle zvoleného typu soupravy a zatížení připadajícího na nápravu při způsobu tohoto zapojení buď dvou nebo tří nápravové. Ve většině případů se používá tahačů s normální výškou točny nad zemí. V případě, že se převáží objemný ale lehký materiál může se použít tahač se sníženou výškou točny.

## 2. Vozidla s vlastním nákladovým prostorem

Používají se jen u jednoho typu souprav a z důvodu dosažení maximální povolené hmotnosti jde výhradně o třínápravové nákladní vozidla, kde jedna ze zadních náprav má jednoduché a druhá dvojité kola. Toto uspořádání je nutné z důvodu většího zatížení připadajícího na nápravy tohoto nákladního automobilu.

## 3.6 Výkon motorových vozidel

Je potřeba si uvědomit, že s přibývajícím tonáží nákladu je potřeba zvyšovat i výkon tažných vozidel. Současné provozní zkušenosti nám ukazují, že na 10 tun nákladu je potřeba 74 kW výkonu motoru. Díky tomuto doporučení je možno zjistit, jak výkonný potřebujete motor pro danou hmotnost soupravy. Při pohledu na většinu motorových vozidel dnes určených pro 40 tunové soupravy lze z výkonových označení zjistit výkon kolem 300 kW což je dostačující výkon na jejich maximální hmotnost soupravy.

U souprav s celkovou hmotností 60 tun je tedy potřeba použít motorová vozidla o výkonu kolem 440 kW aby bylo zaručeno, že nebudou na dálnicích či přivaděčích k dálnicím omezovat rychlost provozu ani při jejich plném zatížení. Vzhledem k tomu, že dle posledních trendů v dopravě nebudou tyto soupravy používány pouze kvůli jejich užitečné hmotnosti ale také kvůli většímu objemu ložného prosotru. Tyto soupravy nebudou plně vytíženy, proto by se výkon měl pohybovat na cca 375 kW.

Důležitým faktorem určujícím výkon motoru budou také trasy, po kterých se souprava bude pohybovat a požadavky na dosažitelné zrychlení.

## 3.7 Předpisy projednáváné EU

Pro lepší orientaci v předpisech a omezeních pro soupravy Eurocobi existují základní omezení a doporučení.

- I. Vozidla se budou skládat z tažného vozidla a maximálně dvou přídatných návěsů či přívěsů. Povoleny budou maximálně dva spojovací body. Všechny součásti musí mít standardní rozměry, aby v případě rozpojení byly v souladu se směrnicí ES96/53. Kombinace, které nesplňují standardní velikosti jsou z přepravy vyřazeny.
- II. Maximální délka je stanovena na 25,25 m, výška 4 m nesmí být překročena. Ostatní rozměry pro soupravy se nemění.

- III. Podvozek dolly lze použít pouze pro návěs 13,6 m s tím, že přípojné vozidlo nepřekročí maximální délku 7,82 m bez oje.
- IV. Vozidlo o hmotnosti 40-60 t musí být vyváženo. Při hmotnosti do 46 tun musí mít nejméně 7 náprav, pokud tuto hodnotu překročí musí mít náprav 8. Toto pravidlo zajistí rovnoměrné zatížení silnice. Pro zajištění přenosu výkonu na silnici musí být vozidlo poháněno nejméně 25% náprav z celkového počtu.
- V. Vozidlo dlouhé 25,25 m o hmotnosti 40 t musí mít motor o výkonu 265 kW, v případě vozidla 60 t musí mít výkon 396 kW (6,63 kW/t). Požadovaný výkon pro provoz dle EU je 5 kW/t, aby provoz na komunikacích byl plynulý.
- VI. V případě zatížení řídicí nápravy více než 6 t je nutno použít pneumatiku o šířce větší než 385 mm. Na poháněné nápravě nesmí být jednoduchá pneumatika široká 495 mm. Hnací náprava musí mít dvojité kola.
- VII. Všechny nápravy kromě řídicí musí být vybaveny vzduchovým odpružením z důvodu dynamického zatížení.
- VIII. Všechna vozidla musí být vybavena označením dle ECE reg.104 (norma upravující označování vozidel reflexními pruhy)
- IX. Tažné vozidlo musí mít přední část odolnou proti nárazu dle ECE reg. 93, boční ochrana musí být na všech vozidlech dle 89/291/EC. Dále musí být vozidlo vybaveno zadní ochranou částí tak, aby zamezilo podjetí automobilem dle ECE reg. 58. Tato opatření omezují následky havárií s jinými vozidly.
- X. Za každým kolem musí být zástěrky dle 91/226/EC.
- XI. Každá souprava delší než 18,75 m musí mít na zádi oranžový reflexní pruh nejméně 4,5 m dlouhý a 0,4 m vysoký. Na tomto pruhu musí být 0,2 m vysokým písmem napsána délka soupravy.
- XII. Na všech osách soupravy musí být systém ABS. V současné době se vyvíjí systémy ESP a anti-roll určený pro tyto soupravy. Po odzkoušení přibudou povinně tyto systémy.
- XIII. Souprava musí být vybavena adaptivním tempomatem a samočinným brzděním (na plný tlak).
- XIV. Požadavky na retardér musí být uzpůsobeny na větší hmotnost.
- XV. V současné době nejsou žádné aktivní prvky bezpečnosti pro tyto soupravy. Nutno vyvinout z důvodů větší bezpečnosti vozidel.

- XVI. Podvozek dolly musí být vybaven vlastní registrační značkou, osvětlením a reflexními pruhy.
- XVII. Všechna vozidla musí splňovat emisní normu EURO IV. Tímto se zamezí používání starých vozidel pro tyto soupravy, protože tato vozidla bývají vybavena všemi potřebnými bezpečnostními prvky.
- XVIII. Vozidlo se musí otočit v kruhu o vnějším poloměru 12,5 m a vnitřním 5,3 m. V případě, že se nepodaří otočit v tomto kruhu, je dovoleno použít natáčecích náprav na přívěsných vozidlech.
- XIX. Aby byl zajištěn plynulý provoz, musí být motorová vozidla vybavena GPS systémem. Trasy, po kterých se budou tato vozidla pohybovat budou hlídány regulačními orgány.
- XX. Zpětná zrcadla musí odpovídat 2003/97/EC. Pohled za vozidlo musí být zajištěn pomocí kamery a obrazovky umístěné v kabině vozidla.
- XXI. Vozidlo musí být vybaveno systémem, který kontroluje zatížení na nápravách. Tímto se zamezí přetěžování náprav.
- XXII. Musí se zajistit rovnoměrné zatížení v celé soupravě. V případě, že vyložíme návěs a přívěs za ním bude plně naložen, může dojít při náhlém manévru k převrácení soupravy.
- XXIII. Těmito soupravami by se neměly převážet nebezpečné materiály.
- XXIV. Soupravy nebude možno používat na sněhu a ledu. V případě, že tato situace nastane, musí se články soupravy převézt samostatně.
- XXV. Vozidla nesmí mít v přední části rámy a jiné předměty, které by mohly vystrašit ostatní účastníky provozu.

## 4 Provozní a ekonomické ukazatele

Největším a nejdiskutovanějším problémem těchto souprav jsou jejich provozní vlastnosti. Nejčastěji se hovoří o delší době předjíždění a o větších poloměrech zatáčení. Dále je jedním z problémů celková hmotnost soupravy, ta může být v některých případech větší než je povolené zatížení mostů a je tedy nutno vybrat jinou trasu. Jsou zde ale i další problémy, např: dálniční svodidla nejsou dimenzována na absorbování tak velké energie, jakou je schopna na ně v případě havárie souprava vyvinout. V době, kdy není povolena jízda po silničních či dálničních tazích, je třeba tyto soupravy odstavit. Toto ovšem není možné, protože všechna odpočívadla u dálnic mají dnes délku stání 22 m. To je ovšem pro nové soupravy málo a bylo by proto nutné tyto stání upravit na délku minimálně 27 m.

### 4.1 Předjíždění souprav

Při předjíždění těchto souprav je nutno počítat s větší délkou vozidla. Ta je oproti standardní délce přívěsové soupravy větší o 6,5 m, resp. o 8,75 m u konvenční návěsové soupravy. Tím se prodlužuje čas nutný k předjetí a dochází tedy ke zpomalování provozu v případě, že jsou dva souběžné pruhy jedním směrem a nebo ke vzniku kolizních situací v případě, že k předjíždění je použit protisměrný jízdní pruh.

#### 4.1.1 Předjíždění souprav automobily

Pro porovnání doby předjíždění konvenční a nadrozměrné soupravy budeme vycházet z těchto parametrů:

Klasická souprava 1 o délce  $l_1 = 16,5$  m a souprava Eurocombi o délce  $l_2 = 22,5$  m.

Rychlost soupravy  $v_s = 80 \text{ km/h} = 22,2 \text{ m/s}$

Rychlost automobilu  $v_a = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$

Délka automobilu  $l_a = 4,5 \text{ m}$

Dráha nutná k bezpečnému vyjetí a navrácení do jízdního pruhu  $l_p = 15 \text{ m}$

Celková délka nutná k předjetí soupravy 1:

$$L_{c1} = l_{s1} + l_a + l_p = 16,5 + 4,5 + 15 = 36 \text{ m}$$

Celková délka nutná k předjetí soupravy 2:

$$L_{c2} = l_{s2} + l_a + l_p = 22,5 + 4,5 + 15 = 42 \text{ m}$$

Při rozdílu rychlostí soupravy a automobilu

$$v_r = v_a - v_s = 25 - 22,2 = 2,8 \text{ m/s}$$

Čas nutný k předjetí:

Souprava 1:

$$t_1 = L_{c1} / v_r = 36 / 2,8 = 12,85 \text{ s}$$

Souprava 2:

$$t_2 = L_{c2} / v_r = 44,75 / 2,8 = 16 \text{ s}$$

Čas nutný k předjetí delší soupravy se oproti soupravě konveční prodlouží o 3,15 s.

Tento rozdíl představuje nárůst doby k předjetí o 25%, jedná se tedy o poměrně menší nárůst v případě předjíždění na silnici o dvou pružích stejným směrem. V případě předjíždění v protisměrném pruhu jde však již o zvýšení rizika střetu.

#### 4.1.2 Předjíždění soupravy soupravou

Podle stejných vztahů jako v předchozím případě můžeme dopočítat i doby předjíždění souprav navzájem. V tomto případě však již nebývá rozdíl v rychlostech tak velký jako mezi soupravou a osobním automobilem. Čas nutný k předjetí tak bude podstatně delší, to také z důvodu větší délky nutné k vyjetí a následného zařazení do pruhu.

Délky vozidel a dráha nutná k bezpečnému vyjetí a navrácení do pruhu je stejná jako v předchozím případě.

Rychlost souprav se bude vždy lišit o 5 km/h ve prospěch předjíždějícího vozidla:

$$v_r = 5 \text{ km/h} = 1,4 \text{ m/s}$$

Celková délka nutná k předjetí soupravy 1 soupravou 1:

$$L_{c1} = l_1 + l_1 + l_p = 16,5 + 16,5 + 15 = 48 \text{ m}$$

Celková délka nutná k předjetí soupravy 2 soupravou 1:

$$L_{c2} = l_2 + l_1 + l_p = 25,25 + 16,5 + 15 = 56,75 \text{ m}$$

Celková délka nutná k předjetí soupravy 2 soupravou 2:

$$L_{c3} = l_2 + l_2 + l_p = 25,25 + 25,25 + 15 = 65,5 \text{ m}$$

Čas nutný k předjetí:

Soupravy 1 soupravou 1:

$$t_1 = L_{c1} / v_r = 48 / 1,4 = 34,3 \text{ s}$$

Soupravy 2 soupravou 1:

$$t_2 = L_{c2} / v_r = 56,75 / 1,4 = 40,5 \text{ s}$$



Soupravy 2 soupravou 2:

$$t_2 = L_{c3} / v_r = 65,5 / 1,4 = 46,8s$$

Zde již jsou zásadnější rozdíly v době předjíždění, při rozdílu rychlostí 5km/h se čas nutný k předjetí dvou delších souprav prodlouží o 36%. Na předjetí dvou delších souprav je tedy potřeba téměř 47 sekund, to znamená, že při rychlosti 80 km/h ujede předjíždějící souprava vzdálenost o délce přes 1 000 m. V tomto případě by bylo vhodné zvážit zákaz předjíždění v určitých úsecích trasy, po které se tyto soupravy budou provozovat.

#### 4.1.3 Předjíždění automobilu soupravou

Tato situace může nastat v případě, že souprava předjíždí odstavený či pomalu jedoucí vůz, či předjíždění pomalu jedoucí zemědělské techniky. Rozdíl rychlostí je podstatně větší než u předchozích dvou případů a proto ani nárůst času nebude větší.

### 4.2 Brzdění souprav

Vzhledem k větší hmotnosti celé soupravy, tedy rozdílu 20 tun, je nutné uvažovat také o schopnosti zastavit bezpečně soupravu. Vzhledem ke zvýšenému počtu náprav, které jsou brzděny ovšem nedochází k významnému nárůstu brzdné délky. Klasická souprava dokáže z rychlosti 60 km/h zastavit na cca 39 m. Souprava EuroCombi musí podle předpisu ES71/320 zastavit z rychlosti 60 km/h na dráze max. 40,3 m.

Dalším problémem při brzdění souprav bývá takzvané zalomení soupravy. Tento jev se vyskytuje již u klasických souprav s návěsem. Důvodem tohoto jevu je špatné rozložení brzdné síly mezi tažné vozidlo a návěs, či rozdílné adhezní podmínky pod koly. Toto zalomení se vyskytuje ve větší míře při prudkém brzdění v zatáčkách, ale může se vyskytnout i při brzdění na rovině.

U souprav EuroCombi, kde je použito více článků napojených na tažné vozidlo je riziko zalomení násobkem počtu článků. V dnešní době elektronických systémů však ani toto není problém. Použitím systému ESP, který řídí stabilitu souprav a také díky systému RSS (Roll-over Stability Support), který je schopen poznat nebezpečí zalomení soupravy či nebezpečí převrácení se daří tyto nepříjemné projevy nestability soupravy eliminovat.

Elektronické systémy bývají v těchto případech spojovány do systému jediného tzv. Trailer control (kontrola soupravy).

### 4.3 Odbočování

Vzhledem k větší délce a dvojímu zalomení soupravy dochází k nepříjemnému jevu v případě odbočování. Tento jev může způsobit nemožnost projetí zatáčky, či v případě dvou souběžných odbočovacích pruhů možnost ohrožení vozidel jedoucích uvnitř oblouku. Tento jev je nutno eliminovat použitím výše uvedených podvozků s nápravou, která se natáčí ve směru, kterým souprava zatáčí. Jediným omezením, co se týká předpisů, je také již zmíněné nařízení Evropské komise č. 96/53/EC .

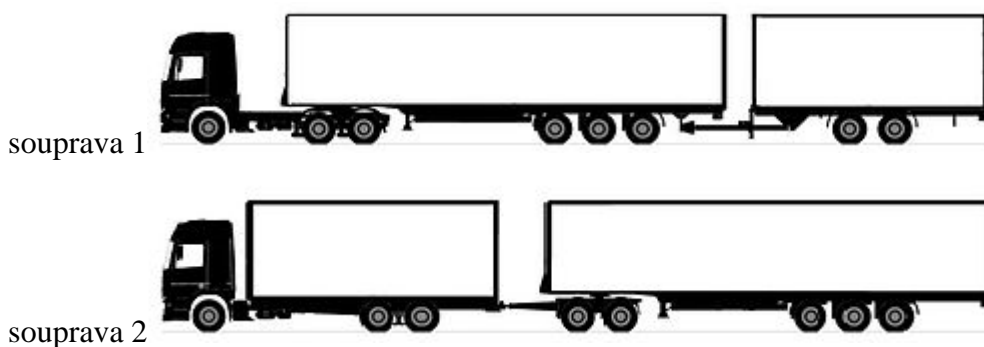
To určuje, že každé pohyblivé se motorové vozidlo, nebo pohyblivé se souprava vozidel musí být schopné otočit se v kruhu, ve kterém nejsou překážky o vnějším poloměru 12,50 m a vnitřním poloměru 5,30 m.

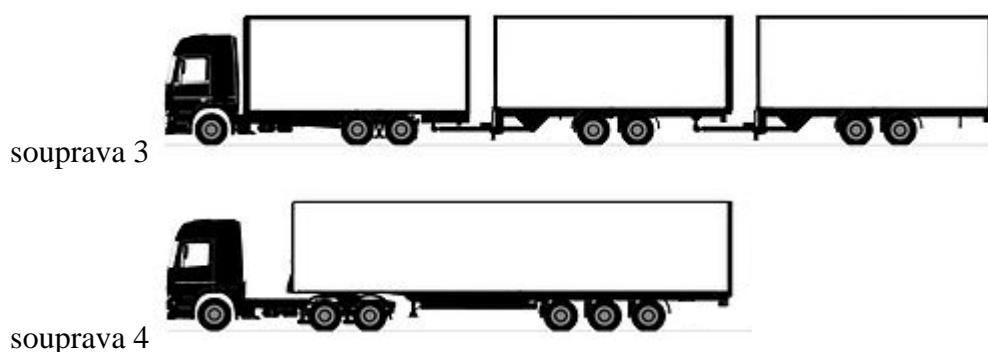
Toto však znamená, že šířka jízdního pruhu musí být 7,2 m. To je ovšem šířka větší, než je šířka dvou pruhů na silnici první třídy (2 x 3,5 m). S tímto je nutno počítat zvláště při průjezdu okružních křižovatek.

Odbočování, otáčení ale i třeba parkování je jedním z nejsložitějších problémů těchto souprav a je tedy nutno jim věnovat patřičnou pozornost. Každá varianta Eurocombi má podle provedení jiné poloměry zatáčení a jiné chování v oblouku. Pro porovnání otáčení a odbočování poslouží současná souprava. Rozdíly jsou označeny barevně.

Všechna použitá data vycházejí ze studie Německého institutu dopravy [11]. Tato studie byla provedena v roce 2006 za účelem porovnání souprav v běžném provozu.

#### 4.3.1 Porovnávání souprav





Obr. 8: porovnávané soupravy [1]

Tyto soupravy byly podrobeny čtyřem testům a výsledky byly znázorněny graficky (viz přílohy č.2 -27). Rozměry odbočení, okružní křižovatky a parkovacího stání proběhly podle předem stanovených rozměrů (viz příloha č. 2 - 5).

#### 4.4 Průjezd parkovacím stáním

Soupravy použité v tomto testu jsou shodné jako v případě testu na odbočování. Rozměry parkovacích stání byly určeny pro současné soupravy. Z testu vyplynulo, že žádná souprava není schopna zaparkovat v tomto parkovacím stání a ani do něj vjet a následně z něj vyjet. (viz příloha č. 6 -7)

#### 4.5 Odbočení o 90°

Tento test byl opět proveden se soupravami jako v testech předchozích. Provedeny byly dva průjezdy. Rozdíl byl ve vnitřním poloměru zatáčky, v prvním testu byl 12 m (přílohy č. 8 - 11) a ve druhém 15 m (přílohy č. 12 - 15). V rámci každého testu byly provedeny dva průjezdy zatáčkou, první tak aby souprava nevybočila do protisměru a druhý tak, aby souprava nevjela do vnitřního oblouku zatáčky, výsledky byly opět porovnány s konvenční soupravou.

Další test s odbočením byl ztížen umístěním rozdělovacích ostrůvků do prostoru křižovatky. Opět byl proveden test s průjezdem křižovatkou s vnitřním poloměrem zatáčky 12m (přílohy č. 16 – 19) a poloměr 15 m (přílohy č. 20 – 23).

#### 4.6 Průjezd okružní křižovatkou

V rámci testu byl proveden i pro soupravy Eurocombi složitý průjezd okružní křižovatkou (výsledky viz příloha č. 24 - 27).

## 4.7 Výsledky manévrovacích zkoušek

Po v předchozích kapitolách uvedených testech byly vyhodnoceny výsledky, které poukazují na problémy či výhody jednotlivých konstrukčních provedení souprav Eurocombi. Výsledky byly rozděleny do 4 kategorií:

- 1) Odbočování na zatáčce s vnitřním rádiusem 12 a 15 m (příloha č. 8 - 15)
- 2) Odbočování na zatáčce s vnitřním rádiusem 12 a 15 m a ostrůvky (příloha č. 16-23)
- 3) Průjezd okružní křižovatkou (příloha č. 24 - 27)
- 4) Parkování do místa pro 40 ti-tunovou soupravu (příloha č. 6 - 7)

Výsledky:

Souprava 1

- 1) Významné užívání přilehlého pruhu nebo vnitřní strany zatáčky
- 2) V menší míře používání přilehlého pruhu
- 3) Malé využívání postranních prostor
- 4) Nutné využívání přilehlých parkovacích míst

Souprava 2:

- 1) Významné užívání přilehlého pruhu nebo vnitřní strany zatáčky
- 2) V menší míře používání přilehlého pruhu
- 3) Nutno použít vnitřního či vnějšího prostoru prstence
- 4) Významné využití přilehlých prostor pro stání

Souprava 3:

- 1) Významné užívání přilehlého pruhu nebo vnitřní strany zatáčky
- 2) V menší míře používání přilehlého pruhu
- 3) Malé využití vnitřního prstence
- 4) V menší míře použití přilehlých prostor

Souprava 4:

- 1) Významné užívání přilehlého pruhu nebo vnitřní strany zatáčky
- 2) V menší míře používání přilehlého pruhu
- 3) Využití povolených prostor
- 4) Žádné problémy

## 4.8 Průjezd vozidel křižovatkou

Problém těchto souprav je také v tom, že na všech křižovatkách se světelným řízením by bylo nutno upravit intervaly vyklízení z křižovatky z důvodu větší délky. V případě vjezdu soupravy Eurocombi do křižovatky na žlutý signál je nutno zajistit, aby žádný z kolidujících směrů nebyl do křižovatky vpuštěn dokud souprava zcela neopustí křižovatku. Ukázkový výpočet bude počítat s vjezdem do křižovatky v rychlosti 50 km/h a 70 km/h. Délka od světelného zařízení k hranici výjezdu křižovatky bude 50 m. Délka souprav je stejná jako v přechozích výpočtech.

Rychlost  $v_1 = 70 \text{ km/h} = 19,44 \text{ m/s}$

Rychlost  $v_2 = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$

Délka křižovatky  $l = 50 \text{ m}$

Vyklízací doba soupravy 1 při  $v_1$  a  $v_2$ :

$$T_{11} = (l + l_1)/v_1 = (50 + 16,5)/19,44 = 3,4 \text{ s}$$

$$T_{12} = (l + l_1)/v_2 = (50 + 16,5)/13,89 = 4,8 \text{ s}$$

Vyklízací doba soupravy 2 při  $v_1$  a  $v_2$ :

$$T_{21} = (l + l_2)/v_1 = (50 + 25,25)/19,44 = 3,9 \text{ s}$$

$$T_{22} = (l + l_2)/v_2 = (50 + 25,25)/13,89 = 5,4 \text{ s}$$

Jak je patrné nárůst časů se pohybuje kolem 0,5 s, při nižších rychlostech by již docházelo u obou variant souprav k větším průjezdným časům. Ideální interval by v obou případech byl cca 5 s, aniž by významně vzniknul počet kolizních situací.

## 4.9 Zrychlení vozidel

Vzhledem k větší celkové hmotnosti soupravy je nutno zajistit přísun většího kroutícího momentu a výkonu na hnací nápravu. S větším výkonem tažného vozidla však vzniká riziko prokluzu hnané nápravy na povrchu. Tomuto se lze vyhnout použitím více poháněných náprav. S použitím tří nápravového tažného vozidla se však může stát, že se posune vzdálenost sedla od čela tažného vozidla, a tím se prodlouží délka soupravy nad maximální povolenou délku. Používají se tedy pohony se schémata 4x2, 6x2/4 a 6x4.

#### 4.10 Užitečná hmotnost vozidel

Hlavním důvodem, proč vznikly soupravy EuroCombi, je zvýšení přepravní kapacity souprav a to jak objemu, tak hmotnosti přepravovaného materiálu. Stávající soupravy o délce 16,5 m jsou schopny přepravit podle provedení návěsu 90-100 m<sup>3</sup> nákladu a užitečná hmotnost je 25 tun. Soupravy Eurocombi díky zvětšené délce jsou schopny pojmout 150-160 m<sup>3</sup> nákladu při užitečné hmotnosti 37 t. Tímto se dostáváme k tomu, že tři současné soupravy přepraví stejné množství zboží jako 2 soupravy EuroCombi.

#### 4.11 Spotřeba paliva a provozní náklady

Stávající soupravy o celkové hmotnosti 40 t dosahují v běžném provozu spotřeba okolo 30 l/100 km. Soupravy EuroCombi by měly být v provozu o 15% úspornější. V případě použití tří motorových vozidel je spotřeba 90 l/100 km. V případě dvou motorových vozidel a 15% úspoře paliva by se tedy teoreticky měla spotřeba pohybovat okolo hodnoty 38,25 l/100 km.

Provozní náklady odpovídají rozdílu pořizovací ceny soupravy. Při koupi soupravy EuroCombi je potřeba počítat se zvýšenou cenou motorového vozidla z důvodu použití výkonnějšího motoru a také s koupí přívěsu či vozíku s točnou. Po této prvotní investici už jsou náklady na dvě soupravy EuroCombi nižší. Výhodou jsou také menší mzdové náklady.

#### 4.12 Nákládání a vykládání vozidel

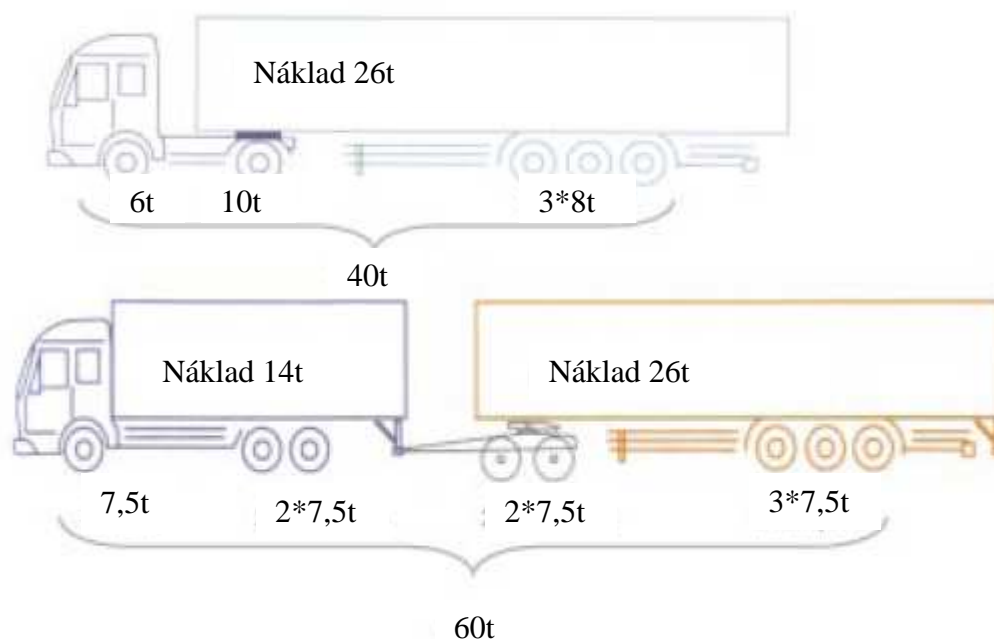
Vzhledem k celkové větší délce souprav a také složení z více článků je třeba vytvořit speciální podmínky pro odbavování těchto souprav. Svou délkou překračují rozměry parkovacích míst u logistických center a je tedy potřeba najít speciální místa či odbavovací haly pro účinnou nakládku a vykládku zboží. Klasická souprava s návěsem se v případě skříňové nástavby vykládá dveřmi na konci soupravy a v případě plachtového návěsu lze odbavovat i ze stran.

U soupravy EuroCombi se v případě odbavování plachtového návěsu a přívěsu nic nemění, nakládat lze ze tří stran. Problém vyvstává při použití skříňové nástavby na obou článcích soupravy. Při odbavování je potřeba počítat s nutností rozpojení soupravy

a přistavení každé části zvlášť. Tím může nežádoucím způsobem vzrůst celková doba odbavení.

### 4.13 Rozložení zatížení

Díky většímu počtu náprav je i přes větší celkovou hmotnost soupravy Eurocombi zatížení na nápravy menší a rovnoměrněji rozložené. To vede k nižšímu zatěžování silnic a lepším jízdním vlastnostem soupravy.



Obr. 9: rozložení hmotností na nápravy [6]

### 4.14 Ekonomické ukazatele

#### 4.14.1 Důvody pro provoz souprav Eurocombi

##### 1) Ekonomická výhodnost

Během dvou přeprav soupravy Eurocombi se přepraví stejné množství materiálu (zboží, jako při přepravě tří souprav stávajícího typu. To vede k úspoře paliva, pracovníků a vzhledem k zatížení rozloženého na více náprav také k menšímu opotřebování cest. Podle výpočtů provedených pro EU by se toto snížení nákladů mělo pohybovat kolem 15%.

## 2) Nutnost větších objemů přeprav

Podle stávajících nárůstů přeprav lze dopočítat, že množství přeprav v roce 2015 bude o 60% větší než v roce 1997. Stávající silniční a dálniční síť nebude v roce 2015 schopna kapacitně vyhovět. Je tedy třeba omezit počet souprav na těchto komunikacích. V tomto směru je eurocombi ideálním řešením, oproti 34 paletám uveze palet 52, a tím zkrátí celkovou délku za sebou jedoucích souprav.

Rok 1997

počet vozidel	$n = 100$
počet palet ve vozidel	$n_p = 34$
bezpečnostní rozestup	$l_b = 50 \text{ m}$
délka vozidla	$l_v = 16,5 \text{ m}$

Celkový počet palet  $n_c$

$$n_c = n \cdot n_p = 100 \cdot 34 = 3400 \text{ palet}$$

Celková délka  $l_c$

$$l_c = n \cdot l_v \cdot (n-1) \cdot l_b = 100 \cdot 16,5 \cdot (100-1) \cdot 50 = 6\,600 \text{ m}$$

Rok 2015 standardní soupravy

počet vozidel	$n = 160$
počet palet ve vozidel	$n_p = 34$
bezpečnostní rozestup	$l_b = 50 \text{ m}$
délka vozidla	$l_v = 16,5 \text{ m}$

Celkový počet palet  $n_c$

$$n_c = n \cdot n_p = 160 \cdot 34 = 5440 \text{ palet}$$

Celková délka  $l_c$

$$L_c = n \cdot l_v \cdot (n-1) \cdot l_b = 160 \cdot 16,5 \cdot (160-1) \cdot 50 = 10\,590 \text{ m}$$

Rok 2015 soupravy Eurocombi

Aby se přepravilo stejné množství palet (5440) bude zapotřebí:

$n = 5440/52$	$n = 105 \text{ vozidel}$
počet palet ve vozidel	$n_p = 52$
bezpečnostní rozestup	$l_b = 50 \text{ m}$
délka vozidla	$l_v = 25,25 \text{ m}$

Celkový počet palet  $n_c$



$$n_c = n \cdot n_p = 105 \cdot 52 = 5460 \text{ palet}$$

Celková délka  $l_c$

$$l_c = n \cdot l_v \cdot (n-1) \cdot l_b = 105 \cdot 25,25 \cdot (105-1) \cdot 50 = 7\,851 \text{ m}$$

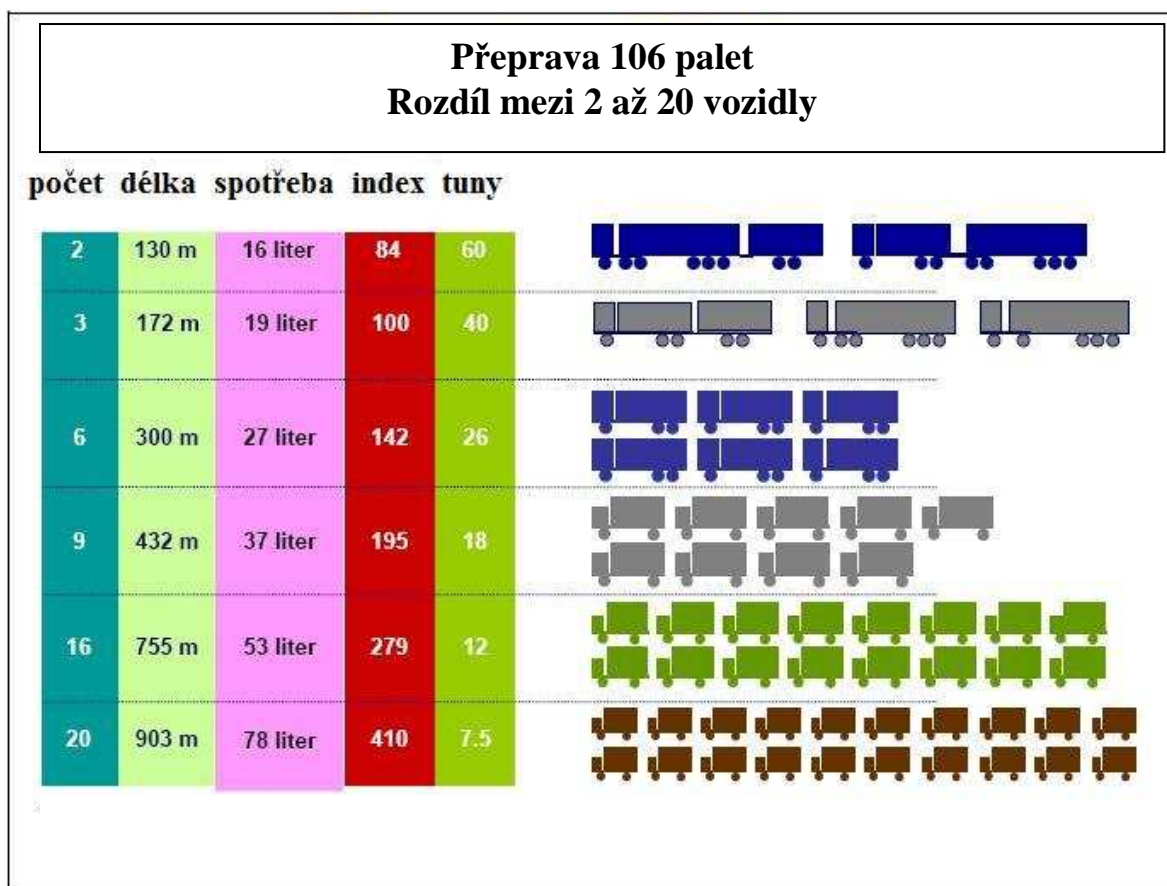
$$\text{rozdíl délek } l = 10590 - 7851 = 2\,739 \text{ m}$$

Rozdíl v těchto délkách znamená přibližnou úsporu 26%.

Z výpočtu tedy vyplývá, že při stávajícím růstu přeprav lze použitím souprav Eurocombi v roce 2015 snížit délku, kterou zaujímá na cestě přepravovaný náklad o více než jednu čtvrtinu.

### 3) Porovnání úspornosti přeprav

Výpočet je proveden pro přepravu 106 palet, ukazuje výhodnost použití větších souprav pomocí paliva potřebného na přepravu. Index je měřítkem výhodnosti, v případě tří souprav jde o hodnotu nákladů vyjádřenou 100%, z tohoto vychází procentuální výhodnost či nevýhodnost přeprav. Souprava Eurocombi potřebuje tedy 84% nákladů souprav klasických.



Obr. 10: porovnání úspornosti přeprav [6]

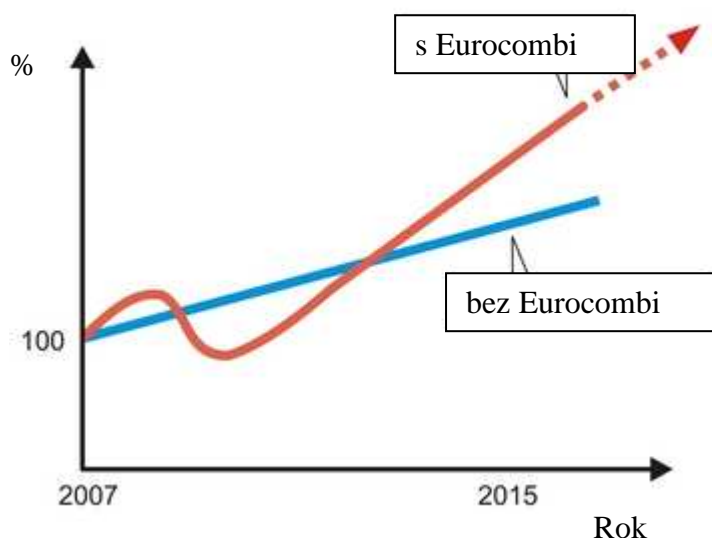
#### 4) Emise

Z důvodů snížení spotřeby připadající na tunu přepraveného nákladu se snižují emisem výfukových plynů. V poslední době stále se zpřísňující emisní normy EURO určují množství výfukových plynů a jejich složek. Dále se však počítá i se snižováním emisí  $\text{CO}_2$ , tyto emise jsou přímo závislé na množství spáleného paliva.

Toto snižování emisí je v poslední době i prioritou EU, proto se soupravy Eurocombi zdají být vhodným řešením, které pomůže snižovat emise.

V některých studiích se také vyskytují pochybnosti o snižování emisí. Snížení emisí by totiž bylo krátkodobé z důvodu snížení cen přeprav. To znamená, že po zavedení souprav Eurocombi by emise skutečně klesly, ale současně by klesly i náklady na přepravu, tím by se zvětšil počet přeprav a emise by pak stouply na větší hodnotu než kdyby se soupravy Eurocombi nezavedly.

Absolutní emise  $\text{CO}_2$



Obr. 11: emise [6]

## 5 Zhodnocení a doporučení

Soupravy Eurocombi mají vedle pozitiv také svá negativa. To je také hlavním problémem, proč vyvolávají tak bouřlivou a dlouhou diskuzi na půdě Evropské Unie.

Pozitiva vycházející ze zavedení souprav jsou jasná, bude možno přepravit více zboží za menší náklady. Z toho vyplývá, že zboží přepravované těmito soupravami by mělo být levnější. Ušetří se tedy čas i peníze, sníží se také počet řidičů těchto vozidel. Vozidla nezabírají na silnicích tolik místa (porovnání dvou souprav Eurocombi se soupravou standardní).

Negativa ovšem mají také svou váhu. Jsou způsobena především velikostí a hmotností souprav. Větší hmotnost o 20 tun není problémem pro samotnou silnici a její povrch, ale především pro bezpečnost všech účastníků silničního provozu. Zádržná svodidla nejsou dimenzována pro případ nárazu takto těžkých vozidel, a proto by v případě havárie mohla souprava dokonce přejet do protisměru. V případě nenadálých situací je problémem i horší ovladatelnost a manévrovatelnost. Problémy může způsobit nadměrná hmotnost především na nedostatečně dimenzovaných mostních konstrukcích. Dalším negativem je délka, ta dle provedených měření má mnohem větší dopad na silniční provoz. Nikdo totiž při návrhu silniční sítě nepočítal s provozem vozidel delších než stanovují předpisy. To se projeví především na křižovatkách, které nemusí tato souprava včas opustit. Problémy může dle výpočtů způsobovat i předjíždění, v případě automobilu to díky kratší délce předjížděcího manévru nemusí být takový problém, ovšem v případě předjíždění dvou těchto souprav je již délka předjížděcího manévru výrazně větší (viz výpočet str. 24). Problémy může činit i pouhé odstavování souprav na odpočívadlech. Jak vyplynulo ze studie, nejsou tyto soupravy schopny do těchto parkovacích stání zajet ani vyjet. Nepříjemné situace mohou nastat i v zatáčkách s nedostatečným vnitřním poloměrem zatáčky, vozidlo poté vybočuje buď do směru protějšího nebo vjíždí na vnitřní krajnici. Vůbec největším problémem je pak průjezd okružní křižovatkou, jak je ukázáno v příloze (příloha č. 24 – 28), ani při vnějším průměru okružní křižovatky 35 m a šířce pruhu 7 m není zajištěn bezproblémový průjezd.

Před zavedením těchto souprav do provozu by bylo třeba provést několik změn, aby soupravy příliš neomezovaly provoz po silničních komunikacích.

Prvním kritériem by mělo být především určení tras, po kterých se budou tyto soupravy moci pohybovat. Vzhledem k horším manévrovacím schopnostem by bylo

vhodné zamezit vjezdu těchto vozidel do měst. To znamená, že soupravy by tak již nebyly příliš omezovány z hlediska rozměrů. V zemích, kde se již soupravy pohybují, jsou určeny především pro provoz mezi příměstskými logistickými centry. Na těchto trasách vynikne právě jejich ekonomická výhodnost, převezou hodně zboží najednou a s menšími náklady. Z těchto logistických center pak může být zboží dopravováno menšími nákladními vozidly do měst. Dovolené trasy by tedy měly být především dálnice a silnice I.třídy, kde by měla být zaručena i dostatečná nosnost mostů a především by se zde měly vyskytovat oblouky s dostatečným poloměrem.

Dalšími úpravami by měla projít i odbavovací centra, která by musela být upravena tak, aby bylo možno odbavovat pokud možno celou soupravu najednou, případně při rychlém rozpojení soupravy v krátkém čase obsloužit co nejrychleji jednotlivé prvky. V případě, že by tyto úpravy nebyly provedeny, ztrácí se časové výhodnoy spojené s provozem těchto souprav. Tak jako se musí upravit délka odbavovacích prostor, je třeba prodloužit i odstavná místa podél silnic.

Jedním z možných omezení, která se nabízí je určení doby pohybu po pozemních komunikacích. Vzhledem k velikosti souprav by bylo výhodné provozovat soupravy především v nočních hodinách, případně přes den v hodinách, kdy není zvýšená hustota provozu.

Kromě omezení doby provozu lze v rámci zajištění bezpečnosti přistoupit i k zamezení výjezdu těchto vozidel na silnici v případě, že cesta je pokryta sněhem či ledem, nebo v případě těchto nepříznivých podmínek snížit maximální povolenou rychlost.

V souvislosti s výše uvedenými poznatky bude patrně nutno ve chvíli povolení provozu těchto soupra zvážit tzv dočasné povolení provozu, jako vhodný krok k získání poznatků ze skutečného provozu. Vhodným V zemích, kde již mají tyto soupravy povolení pro provoz (Nizozemsko, Švédsko atd.), byla vždy nejprve určena zkušební doba, a podle výsledků ze skutečného provozu byly upravovány podmínky provozu.

## 6 Závěr

V práci jsem se zabýval legislativou, které omezuje pohyb souprav Eurocombi po pozemních komunikacích a navrhovanými parametry souprav Eurocombi. Jde především o předpisy EU, které určují maximální rozměry, celkové hmotnosti a hmotnosti připadající nápravu. Dále jsem provedl porovnání konstrukčních provedení dle použití různých přípojných prvků. Shrnujím konstrukce, které se dle většiny použitých zdrojů nejvíce používají v běžném provozu. Vypočítal jsem časové rozdíly v průjezdu křižovatkou a při předjíždění těchto vozidel. Podle výzkumů provedených Německým Institutem dopravy jsem vytvořil přehled provedných testů různých kombinací těchto souprav. Tyto testy se věnovaly především manévrovatelnosti těchto souprav. Dále jsem popsal hlavní rozdíly oproti soupravám stávajícím. Zhodnotil jsem provedená měření, výpočty a konstrukce a dle nich jsem vytvořil soupis doporučení k provozu souprav Eurocombi.

## 7 Seznam použité literatury

- [1] Pro dopravce [online]. 2005 [cit. 2009-11-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.prodopravce.cz/>>.
- [2] *Euro Combi* [online]. 2006 [cit. 2008-11-12]. Dostupný z WWW: <<http://euro-combi.de/>>.
- [3] *Truck-forum.cz* [online]. 2008 [cit. 2009-11-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.liaz.cz/forum/>>.
- [4] *Krone* [online]. 2006 [cit. 2008-11-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.nutzfahrzeuge.krone.de/de/index/gigaliner.html>>.
- [5] *NYK Logistics s.r.o.* [online]. 2008 [cit. 2009-05-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.cz.nyklogistics.com>>.
- [6] *No Mega trucks* [online]. 2006 [cit. 2009-05-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.nomegatrucks.eu/>>.
- [7] MATĚJKA, R.: Vozidla silniční dopravy I., Alfa Bratislava, 1990, ISBN 80-05-00392-7
- [8] MATĚJKA, R.: Vozidla silniční dopravy II., Alfa Bratislava, 1994, ISBN 80-7100-074-4
- [9] *EnviWeb.cz* [online]. 2003-2009 [cit. 2008-11-10]. Dostupný z WWW: <[http://www.enviweb.cz/?secpart=obecne\\_archiv\\_hagd/Silnicni\\_nakladni\\_soupravy\\_Eur okombi.html](http://www.enviweb.cz/?secpart=obecne_archiv_hagd/Silnicni_nakladni_soupravy_Eur_okombi.html)>.
- [10] Citace: *Http://www.autoklub.cz/ : nadměrné náklady* [online]. 1998 [cit. 2009-01-02]. Dostupný z WWW: <[http://www.autoklub.cz/acr/autoskoly/tech\\_informace/pdf/nadmerne\\_naklady.pdf](http://www.autoklub.cz/acr/autoskoly/tech_informace/pdf/nadmerne_naklady.pdf)>.
- [11] *No Mega trucks* [online]. 11-2006 [cit. 2009-05-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.nomegatrucks.eu/the-facts/independent-research/bast/>>.

## 8 Seznam příloh

Příloha 1: Žádost o povolení k přepravě nadměrného nákladu

Příloha 2: Náskres křižovatky s ostrůvky

Příloha 3: Náskres okružní křižovatky

Příloha 4: Náskres parkovacího stání pro kamiony o hmosti 40t

Příloha 5: Náskres křižovatky

Příloha 6: Průjezd soupravy 1 parkovacím stáním pro 40t soupravu

Příloha 7: Průjezd soupravy 2 parkovacím stáním pro 40t soupravu

Příloha 8: Průjezd soupravy 1 zatáčkou o vnitřním poloměru 12 m

Příloha 9: Průjezd soupravy 2 zatáčkou o vnitřním poloměru 12 m

Příloha 10: Průjezd soupravy 3 zatáčkou o vnitřním poloměru 12 m

Příloha 11: Průjezd soupravy 4 zatáčkou o vnitřním poloměru 12 m

Příloha 12: Průjezd soupravy 1 zatáčkou o vnitřním poloměru 15 m

Příloha 13: Průjezd soupravy 2 zatáčkou o vnitřním poloměru 15 m

Příloha 14: Průjezd soupravy 3 zatáčkou o vnitřním poloměru 15 m

Příloha 15: Průjezd soupravy 4 zatáčkou o vnitřním poloměru 15 m

Příloha 16: Průjezd soupravy 1 zatáčkou s ostrůvky a vnitřním poloměrem zatáčky 12 m

Příloha 17: Průjezd soupravy 2 zatáčkou s ostrůvky a vnitřním poloměrem zatáčky 12 m

Příloha 18: Průjezd soupravy 3 zatáčkou s ostrůvky a vnitřním poloměrem zatáčky 12 m

Příloha 19: Průjezd soupravy 4 zatáčkou s ostrůvky a vnitřním poloměrem zatáčky 12 m

Příloha 20: Průjezd soupravy 1 zatáčkou s ostrůvky a vnitřním poloměrem zatáčky 15 m

Příloha 21: Průjezd soupravy 2 zatáčkou s ostrůvky a vnitřním poloměrem zatáčky 15 m

Příloha 22: Průjezd soupravy 3 zatáčkou s ostrůvky a vnitřním poloměrem zatáčky 15 m

Příloha 23: Průjezd soupravy 4 zatáčkou s ostrůvky a vnitřním poloměrem zatáčky 15 m

Příloha 24: Průjezd soupravy 1 okružní křižovatkou s parametry dle přílohy 3

Příloha 25: Průjezd soupravy 2 okružní křižovatkou s parametry dle přílohy 3

Příloha 26: Průjezd soupravy 3 okružní křižovatkou s parametry dle přílohy 3

Příloha 27: Průjezd soupravy 4 okružní křižovatkou s parametry dle přílohy 3

**Příloha č. 1**

**MINISTERSTVO DOPRAVY Žadatel** (uživatel):

nábř. L. Svobody 12, 110 15 Praha 1

**Ing. Kovářová ( II. patro č. dv. 70)**

TEL +420972231305

**fax: +420972231195**

**E-mail: zdenka.kovarova@mcr.cz**

**V zastoupení:**

**Datum:** .....

**čj. :** .....

( vyplní žadatel )

**Věc: Žádost o povolení k přepravě nadměrného nákladu (vozidla)**

Na základě ustanovení. § 25 odst. 6 písm. a) zákona č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích ve znění pozdějších předpisu, žádáme o vydání povolení k přepravě nadrozměrného nákladu (vozidla), jehož rozměry nebo hmotnost přesahují míru stanovenou vyhlášky. č. 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

**Údaje o předmětu přepravy:**

Náklad ( druh, hmotnost): .....t

Podvozek (typ, SPZ, hmotnost): ..... t

Tahač (typ, SPZ, hmotnost) .....t

Souprava –celková délka .....m včetněpostrku..... m

max. šířka : ..... m max. výška: ..... m

celková hmotnost: ..... t včetně postrku: ..... t

zatížení jedn. náprav: ..... t

rozvor náprav: ..... m

počet náprav/kol: ..... ks min.poloměr otáčení..... m

**Požadovaný termín přepravy:**

od ..... do .....

**Přeprava**

Z: ..... okres .....



do: ..... okres .....

**Návrh přepravní trasy:** (vyplní žadatel):

Pozn.:

**Σ Náklad o celkové hmotnosti nad 60 t nebo nadměrných rozměru lze povolit jen výjimečně,** pokud žadatel prokáže, že není technicky reálné snížit hmotnost nebo rozměry přepravy ani použít jiného způsobu přepravy a že zatížitelnost mostu a únosnost vozovek ověřené statickým posouzením umožní realizaci přepravy.

Σ U vozidla (soupravy) nad 60 t uveďte obrysový náčrtek vozidla (soupravy) s vyznačením všech rozměrů a umístění nákladu v příloze (formát A 4)

**Doklady potřebné k vydání povolení:**

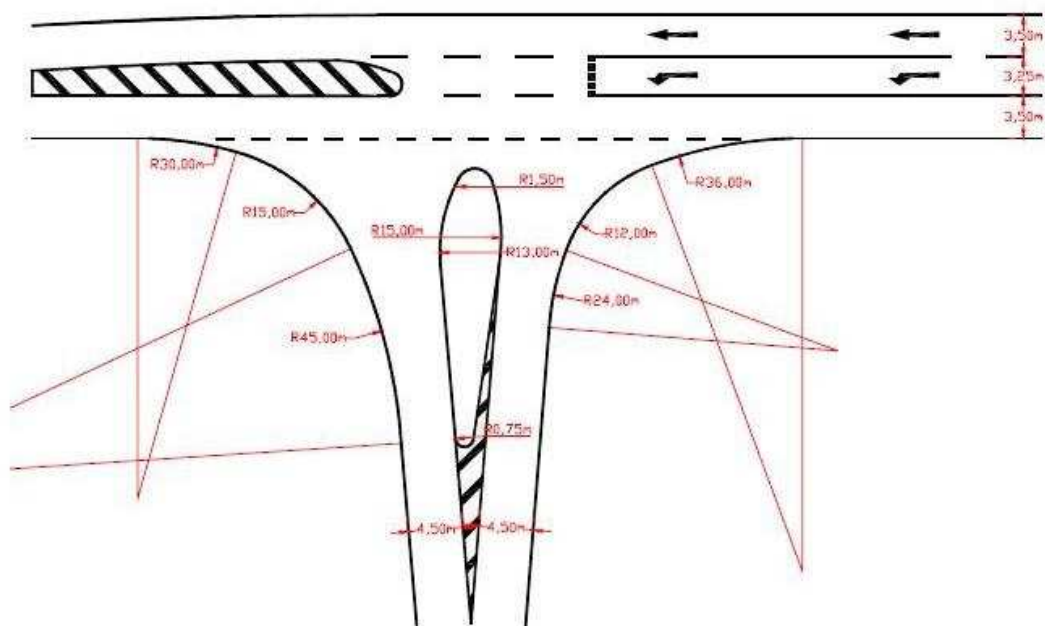
Σ Výpis z obchodního rejstříku + zplnomocnění /v případě že žadatel není současně statutární zástupce nebo jednatel společnosti/

Σ Doklad prokazující technickou způsobilost k provozu na pozemních komunikacích (technický průkaz silničního vozidla nebo zvláštního motorového vozidla, příp. technické osvědčení zvláštního vozidla nebo silničního vozidla)

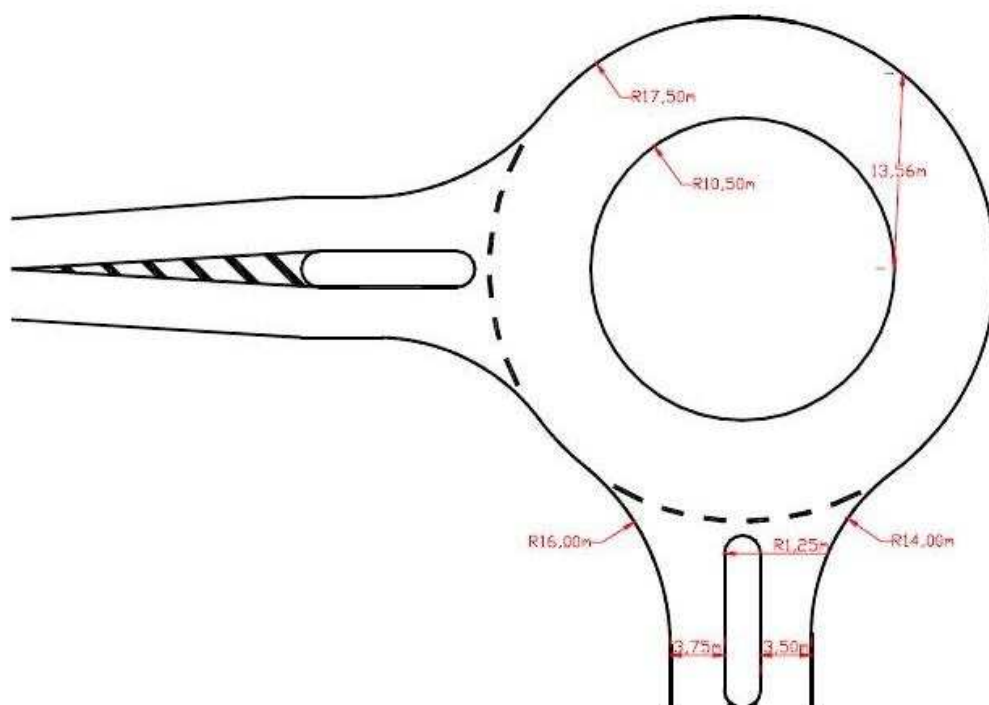
**Vyřizuje:** .....

**telefon:** ..... **fax:**.....

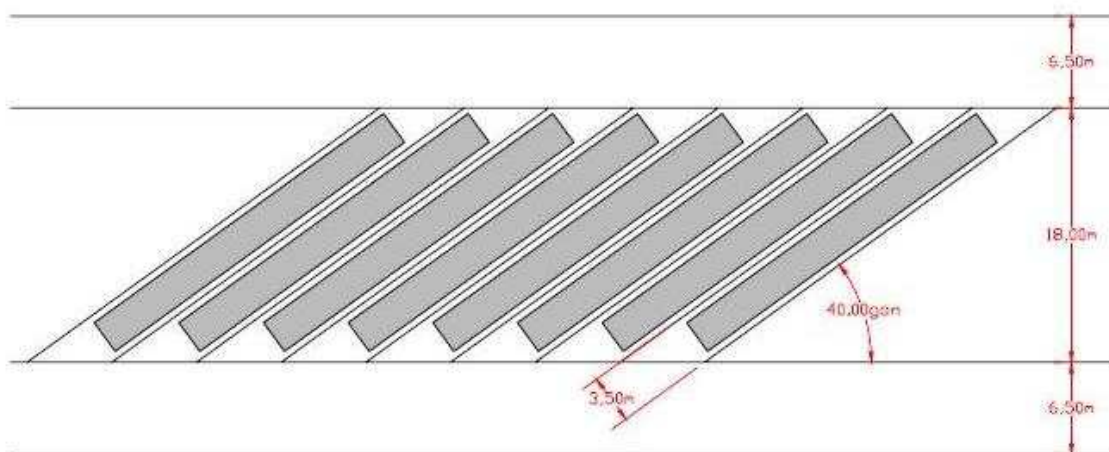
**razítko a podpis žadatele**



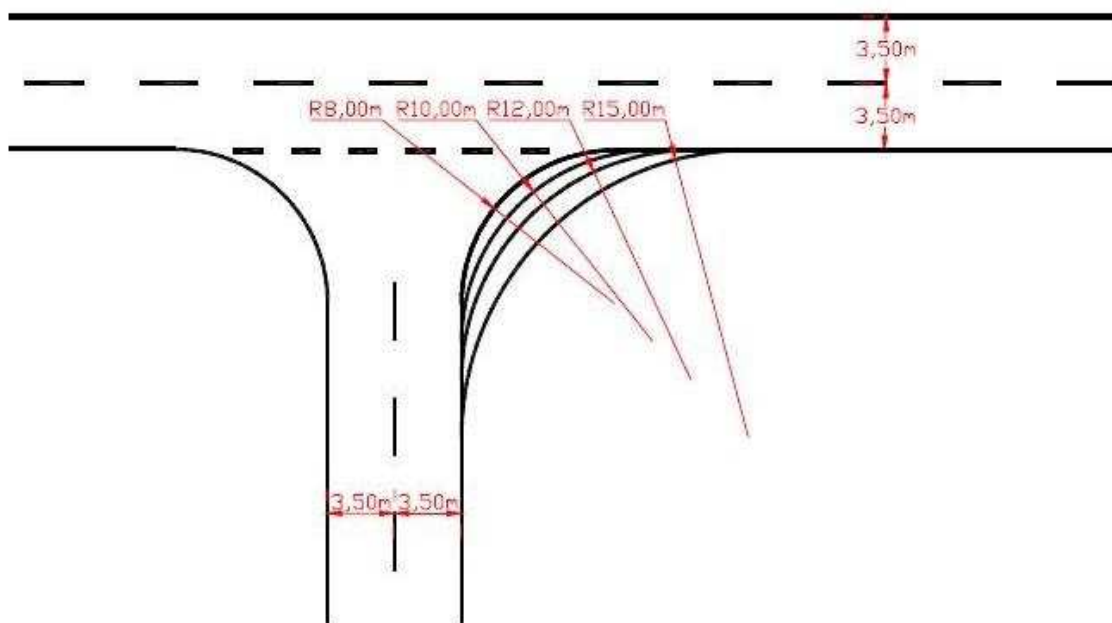
Příloha č.2



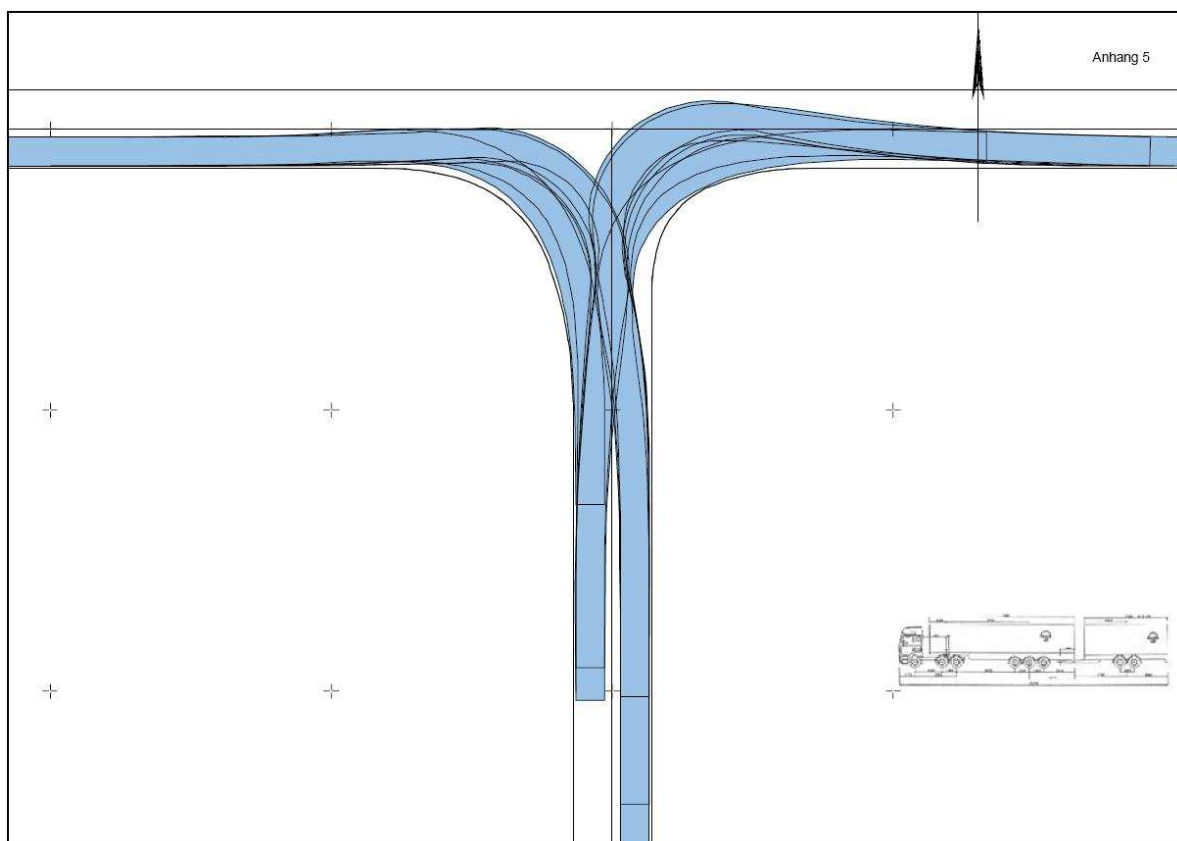
Příloha č.3



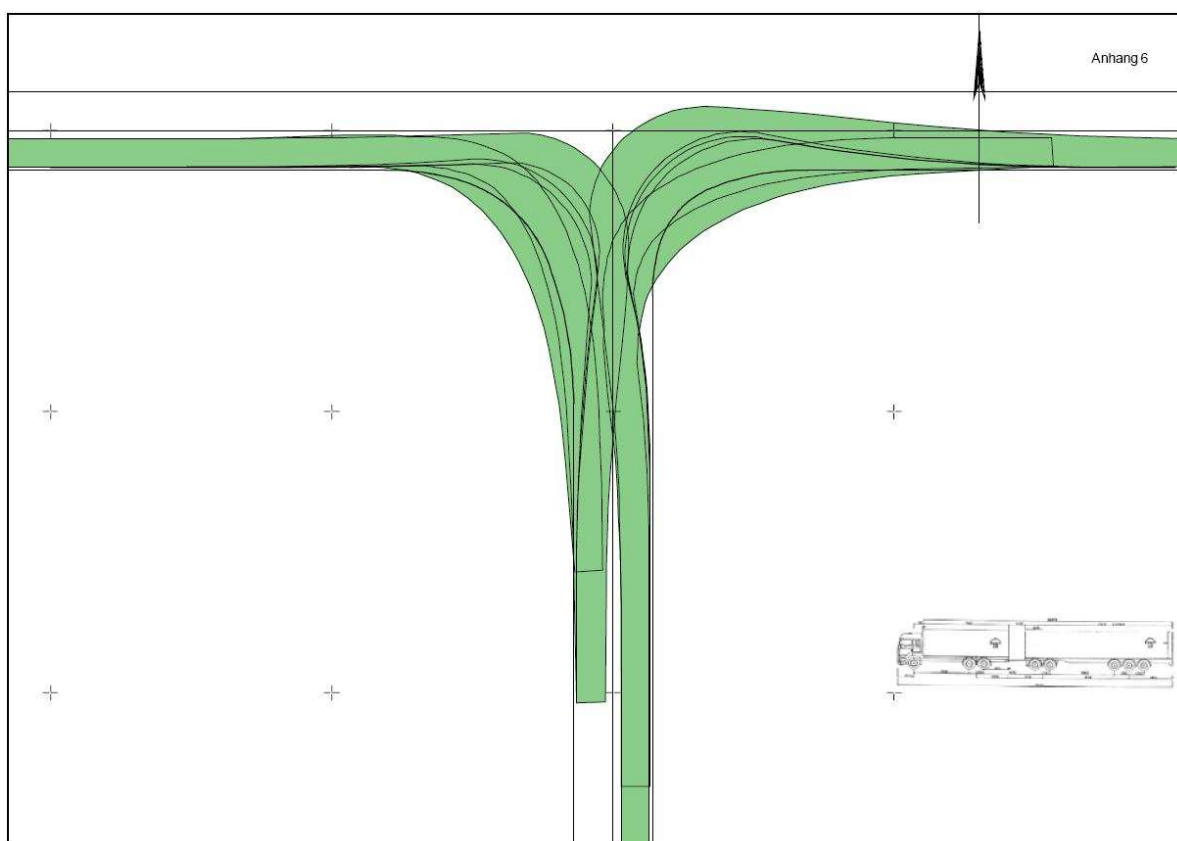
Příloha č.4



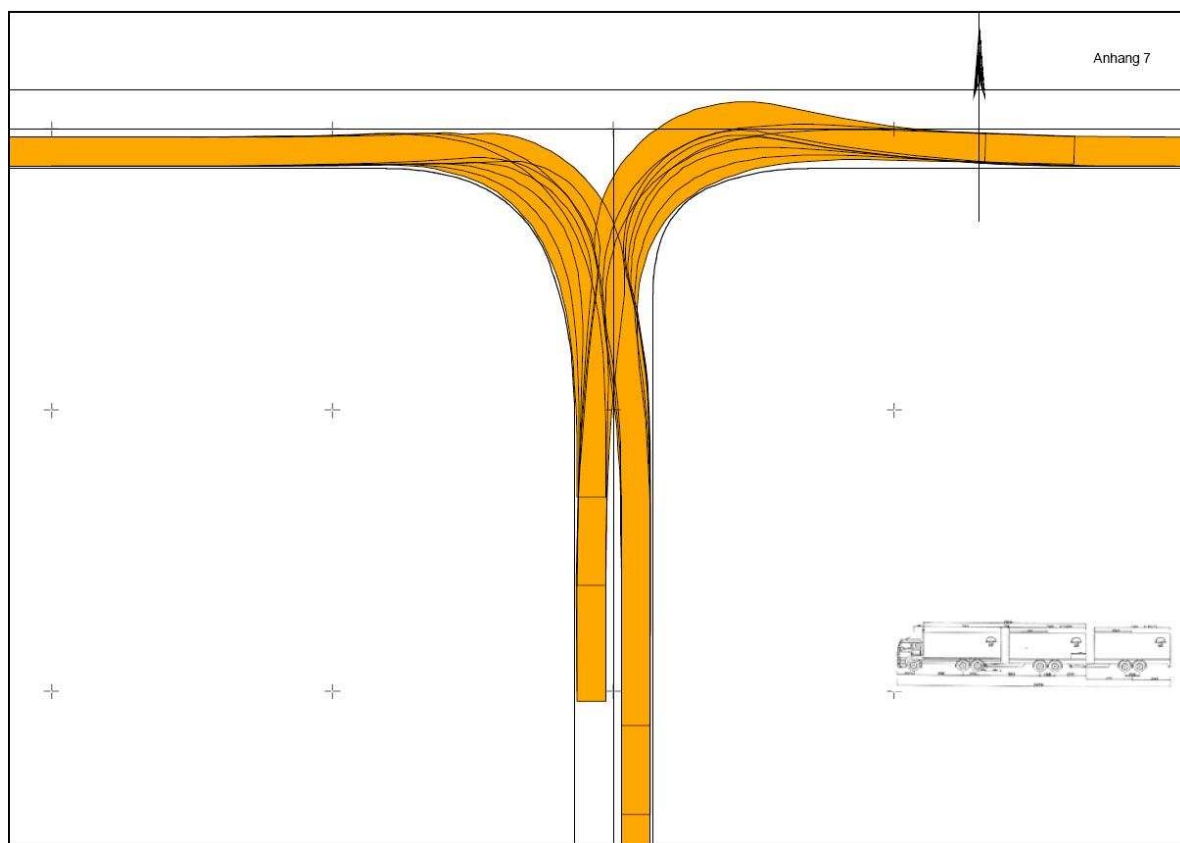
Příloha č.5



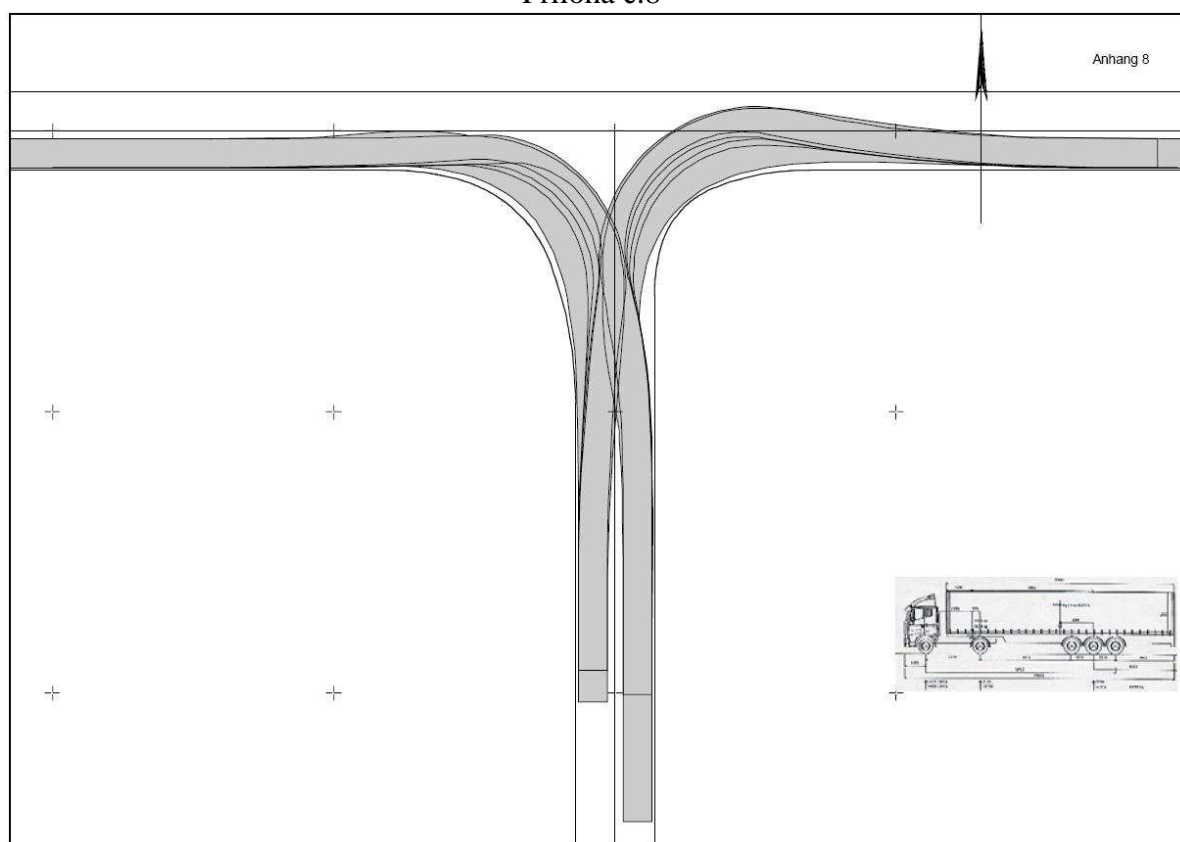
Příloha č. 6



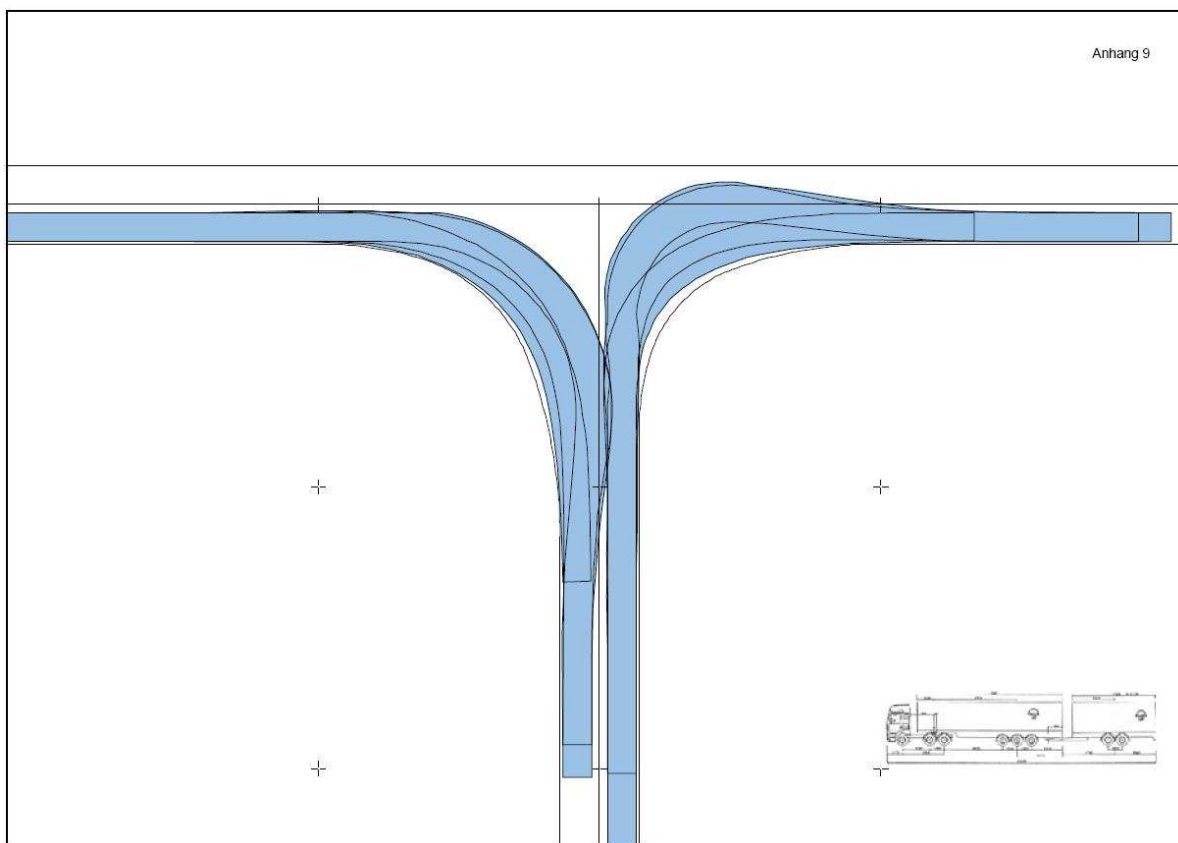
Příloha č.7



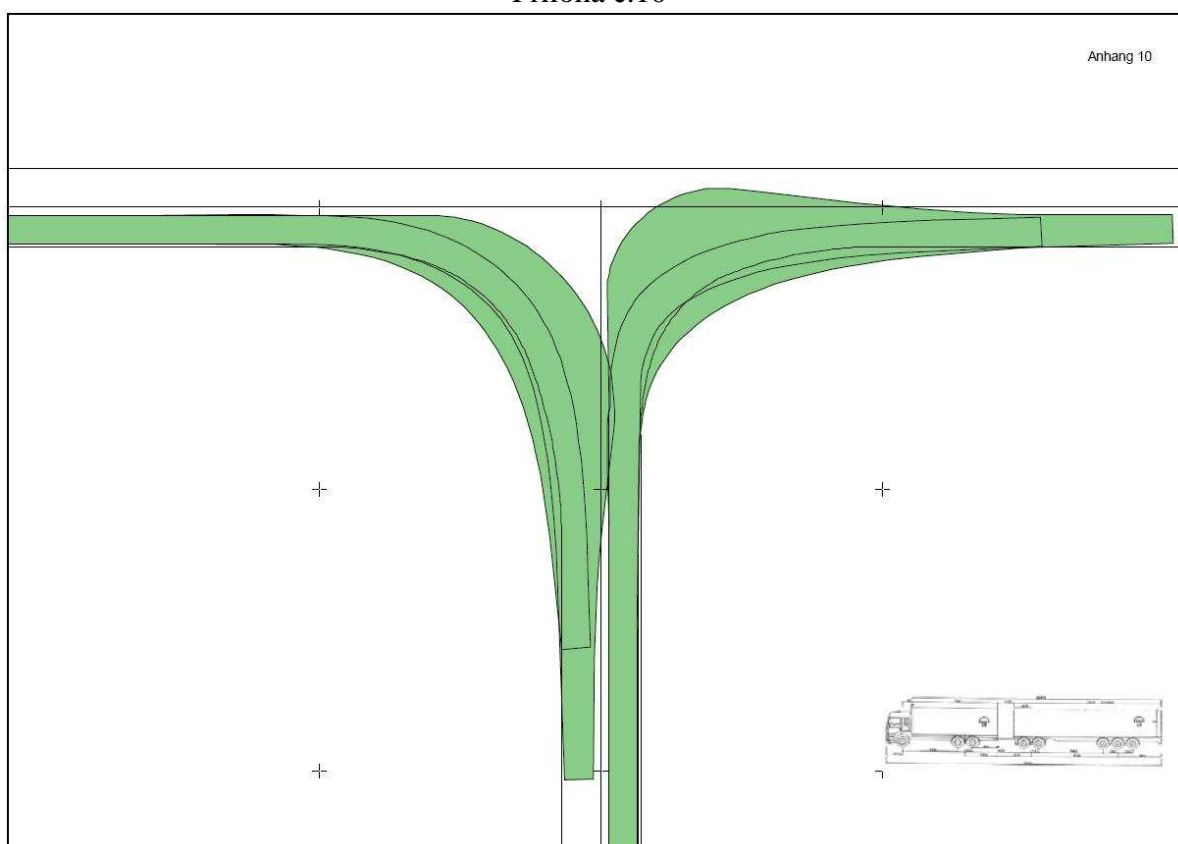
Příloha č.8



Příloha č.9

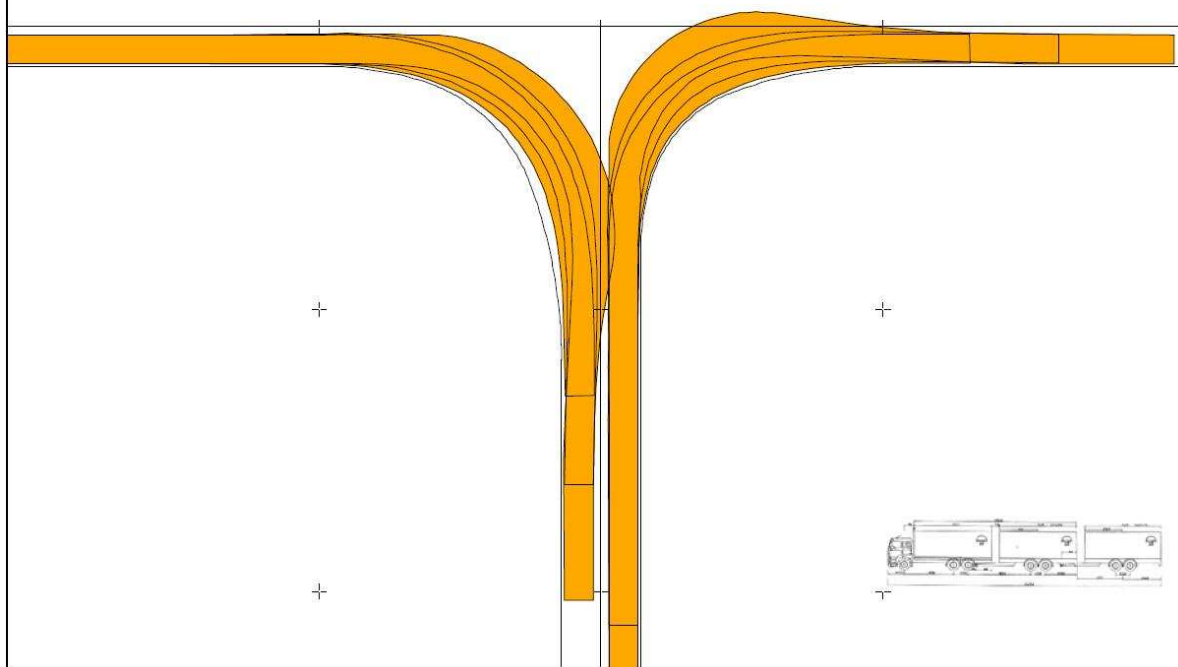


Příloha č.10



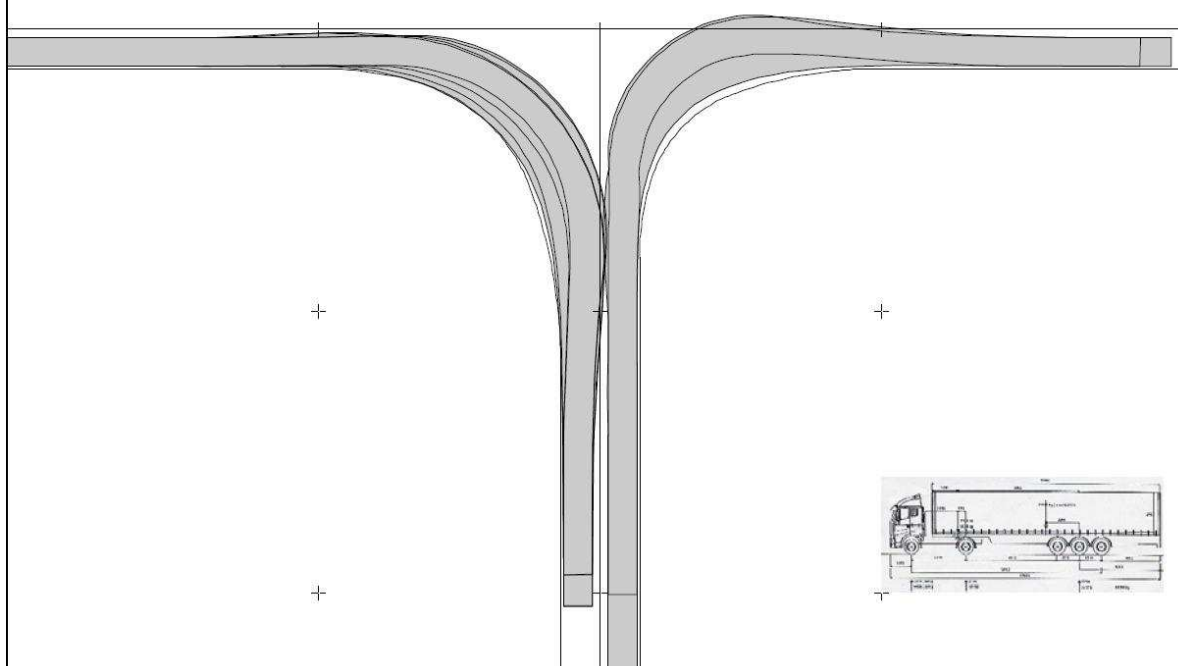
Příloha č.11

Anhang 11

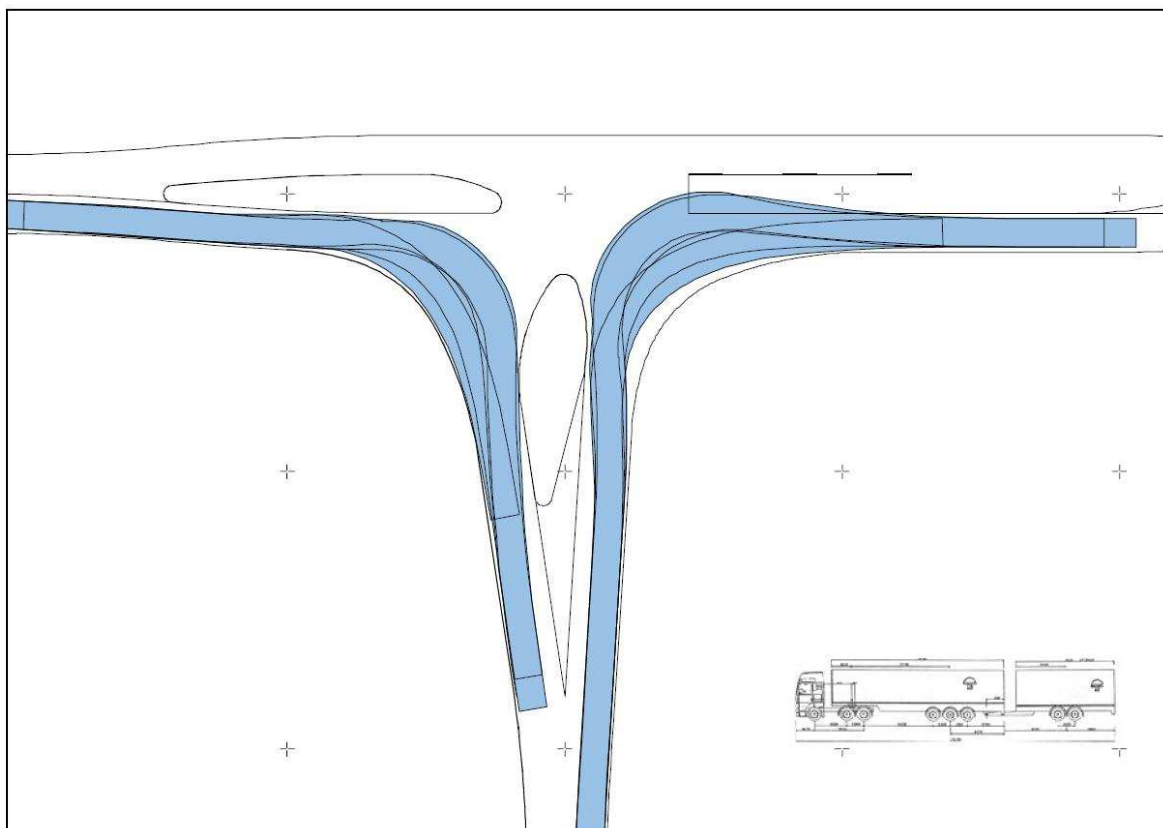


Příloha č.12

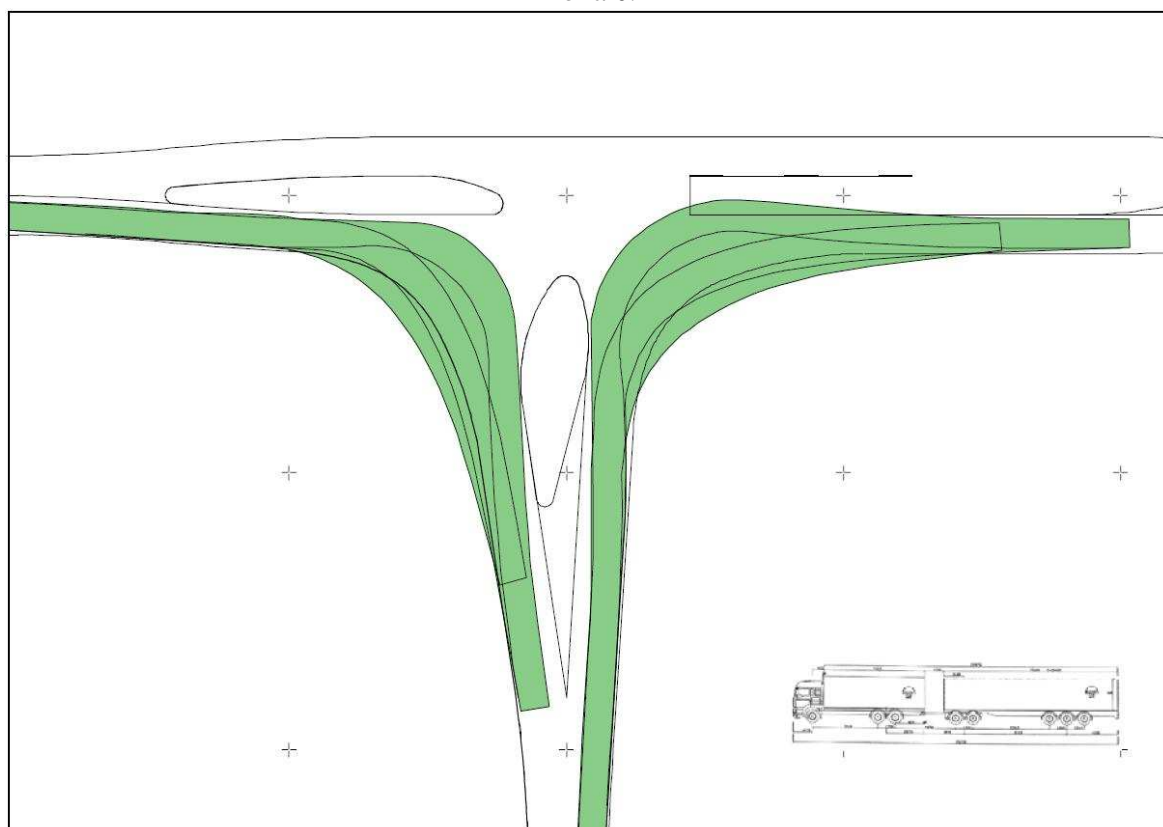
Anhang 12



Příloha č.13

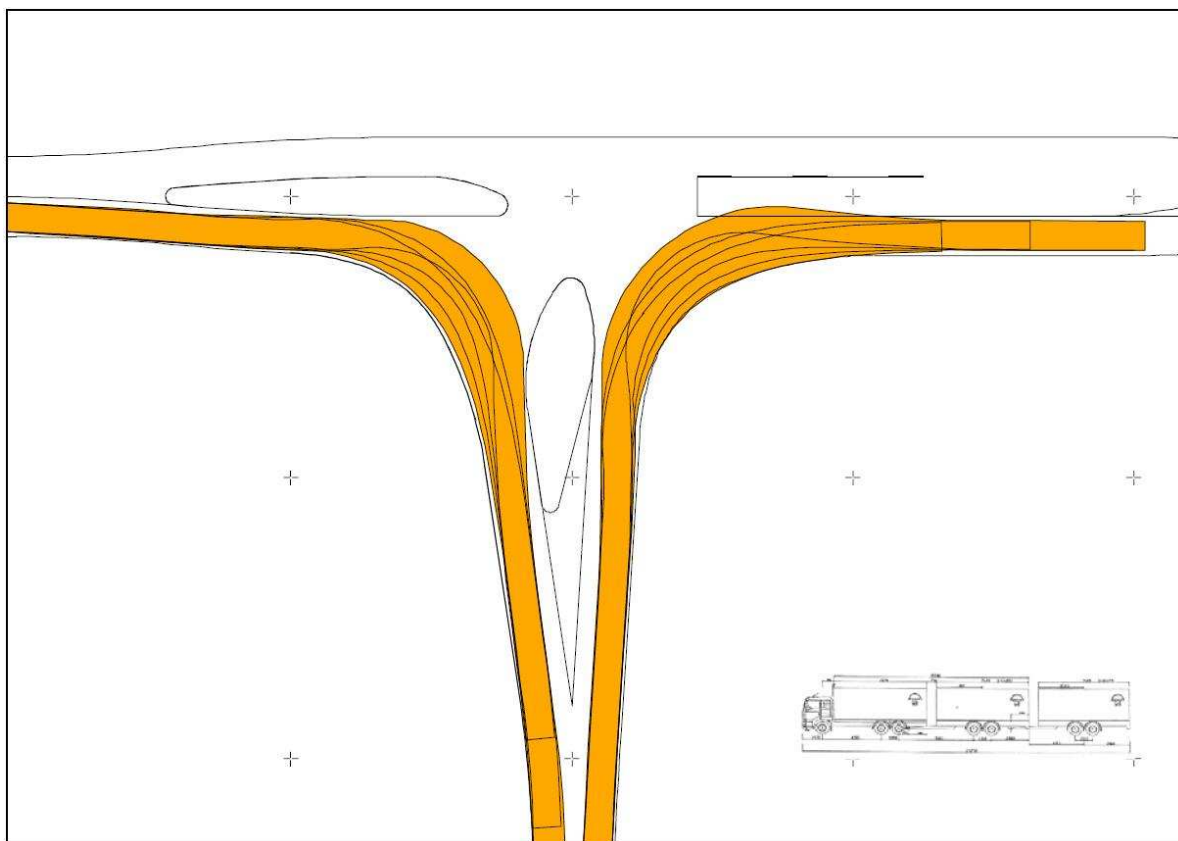


Příloha č.14

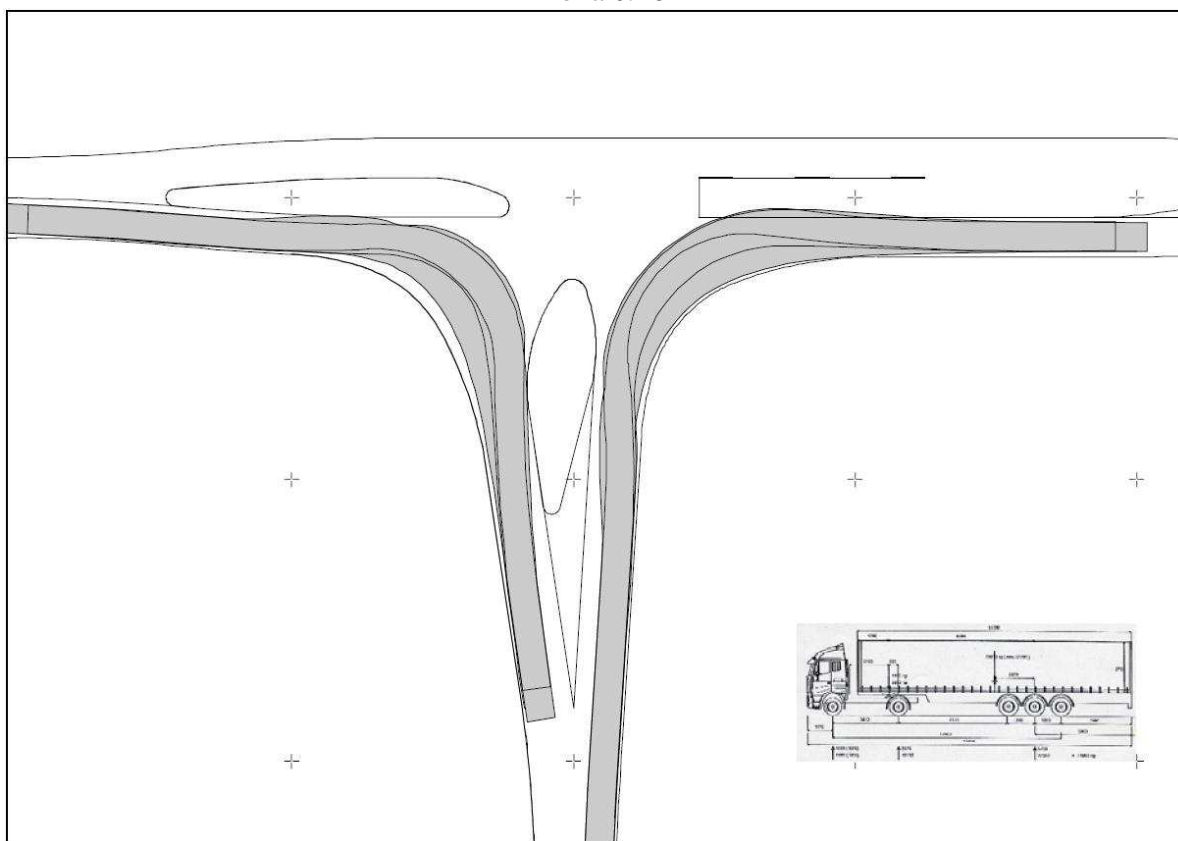


Příloha č.15

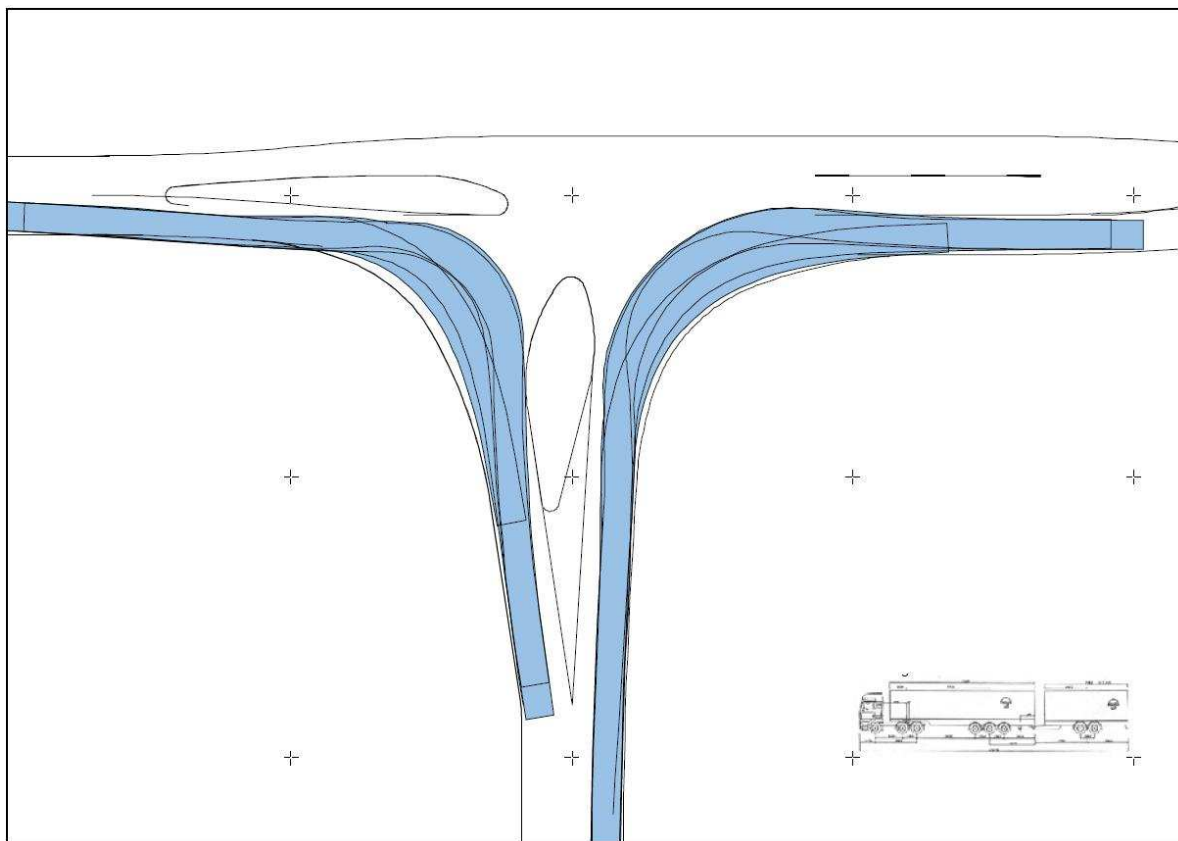




Příloha č.16



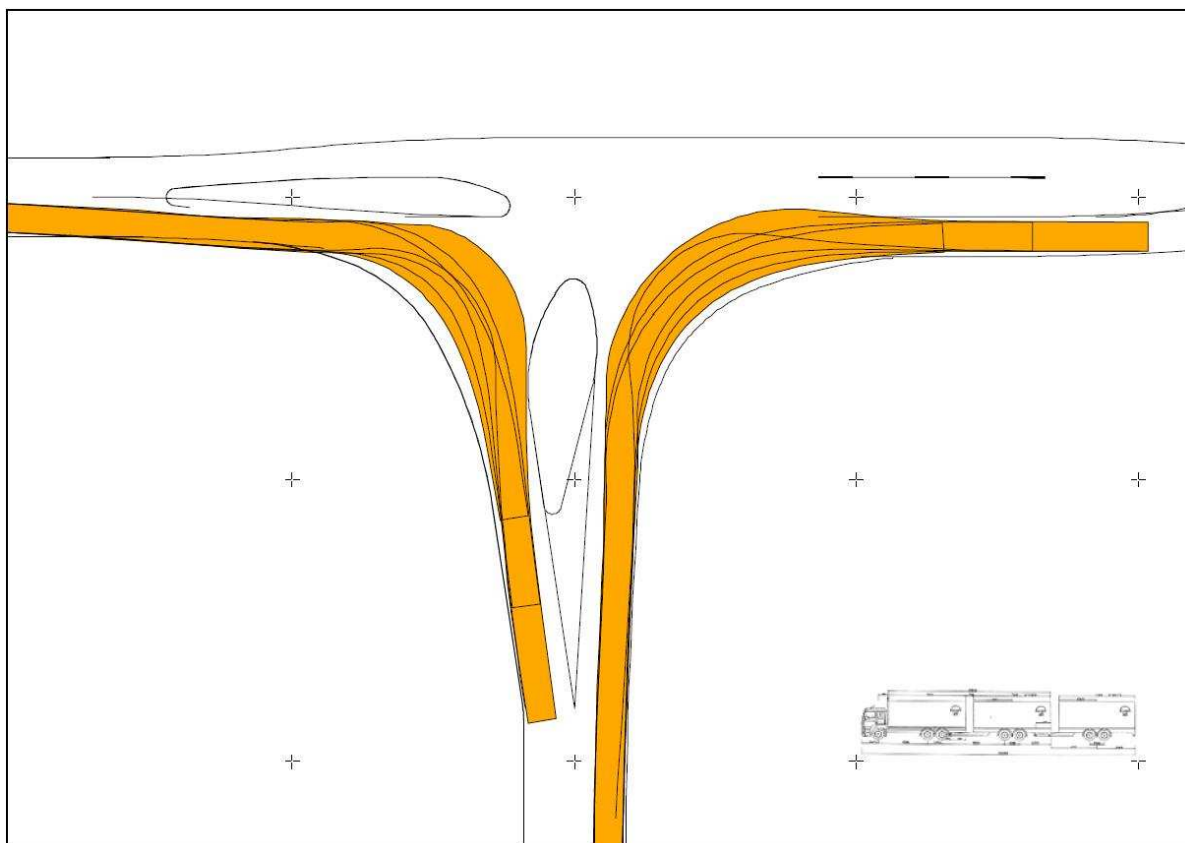
Příloha č.17



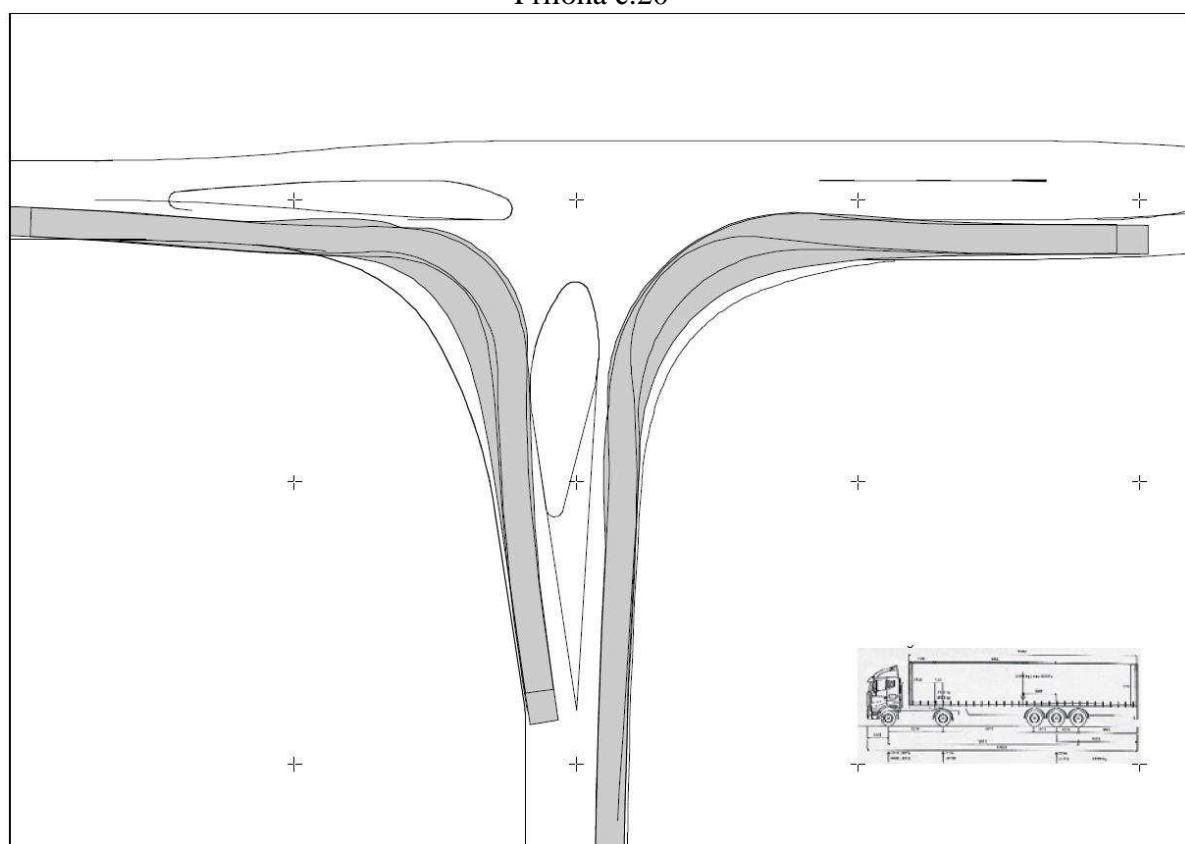
Příloha č.18



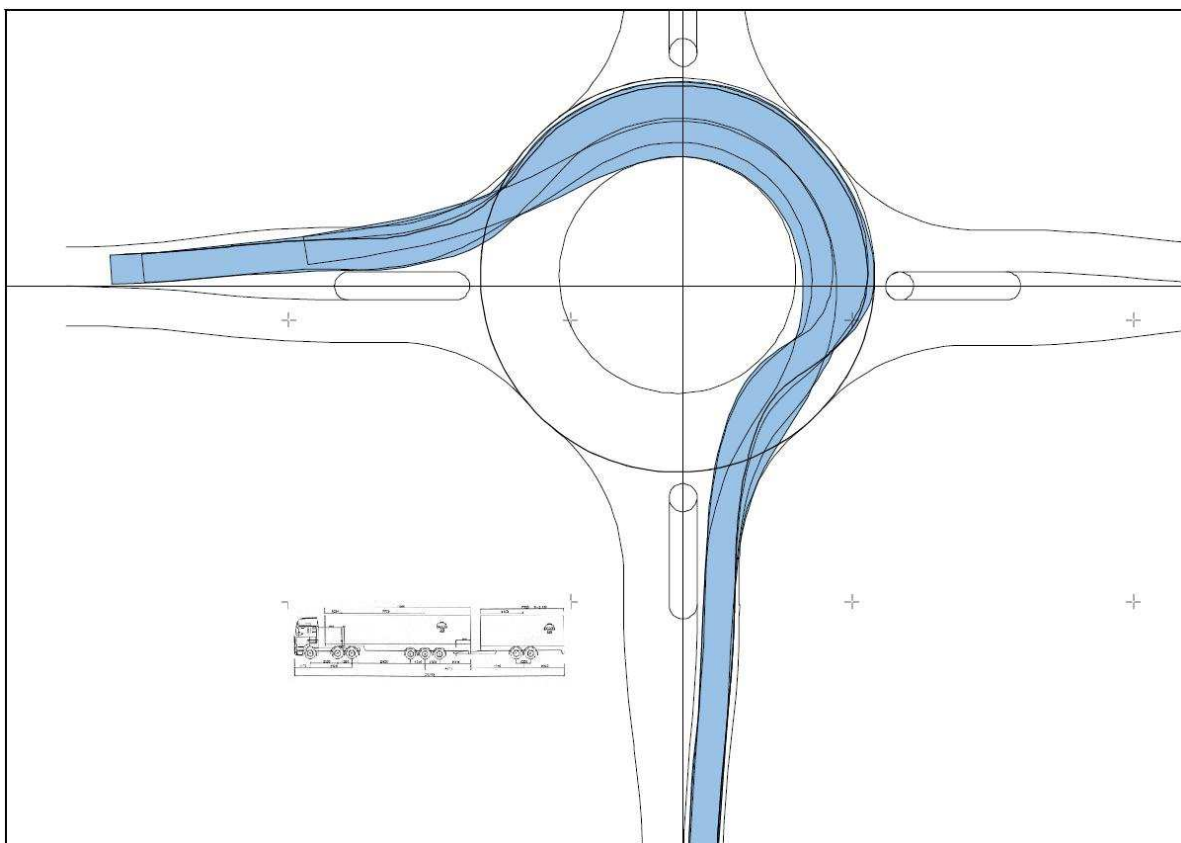
Příloha č.19



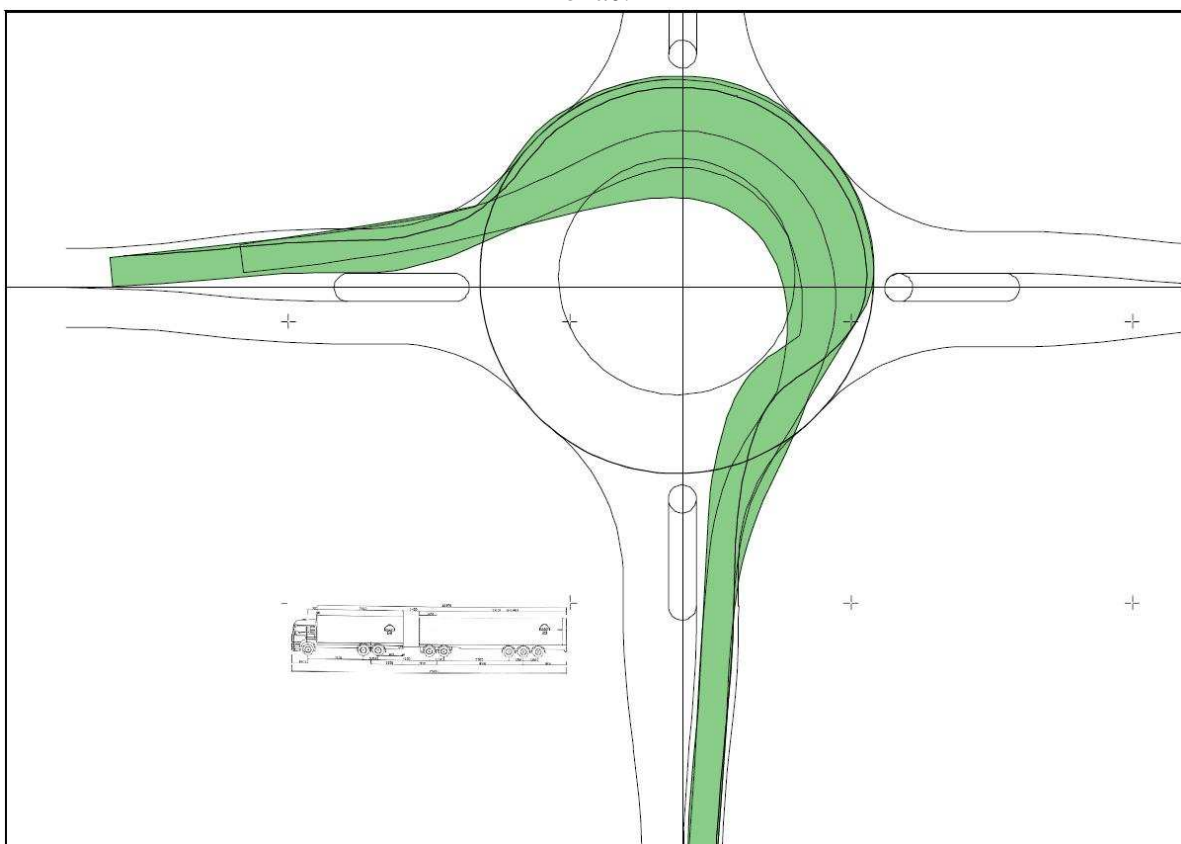
Příloha č.20



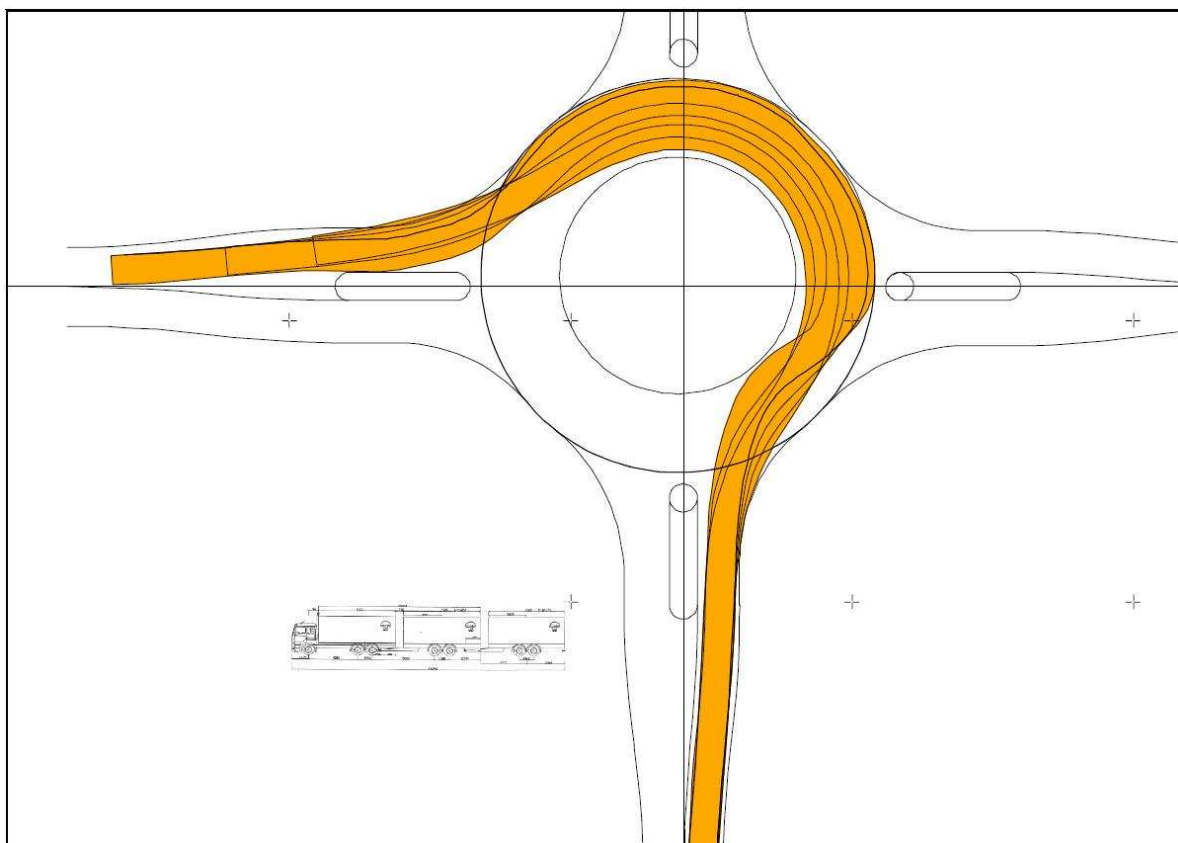
Příloha č.21



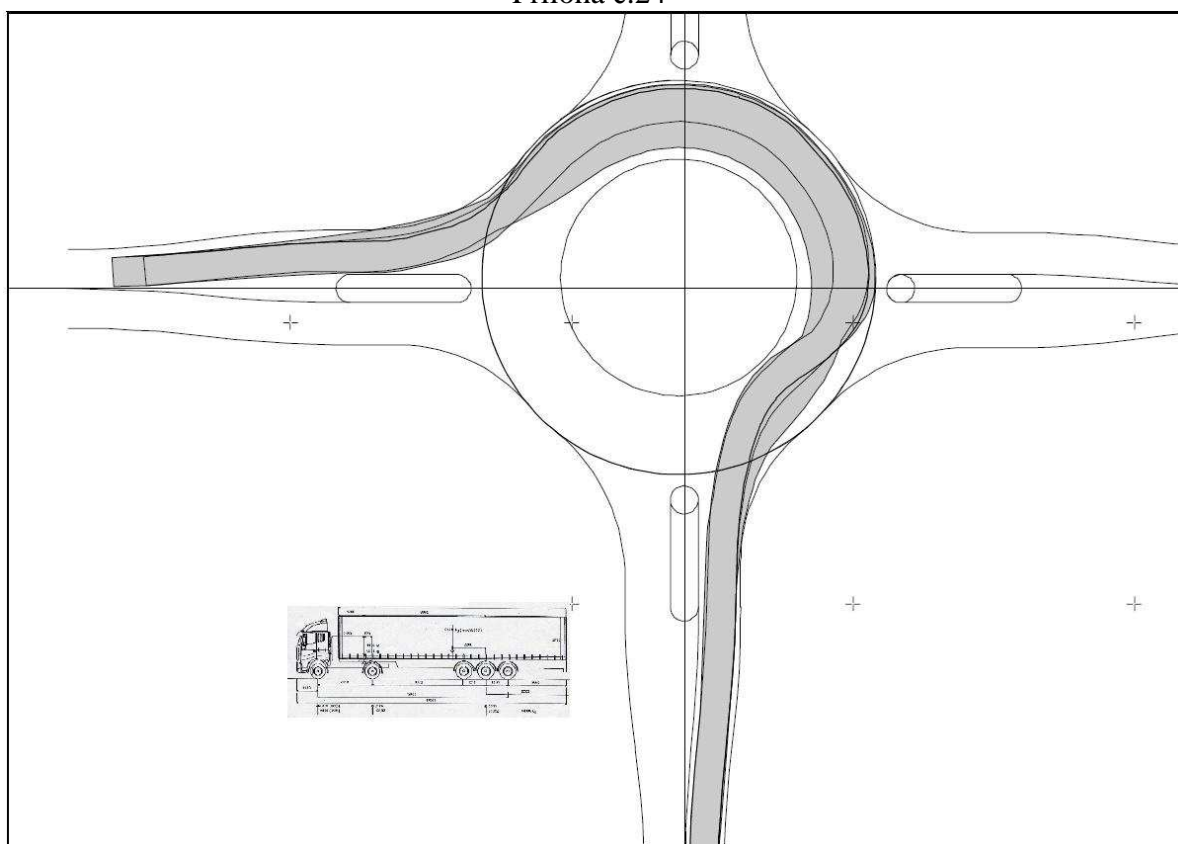
Příloha č.22



Příloha č.23



Příloha č.24



Příloha č.25